SOC
7002

HARVARD UNIVERSITY

Ernst Mayr Library
of the Museum of
Comparative Zoology

MCZ
LIBRARY
JAN 20 2011
HARVARD
UNIVERSITY

SOC
7002

MEMORIE

della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXXVI - Fascicolo I

MCZ
LIBRARY
FEB 02 2009
HARVARD
UNIVERSITY

LE SPECIE ALLOCTONE IN ITALIA: CENSIMENTI, INVASIVITÀ E PIANI DI AZIONE

Milano, 27-28 Novembre 2008

A cura di
GABRIELE GALASSO
GIORGIO CHIOZZI
MAMI AZUMA &
ENRICO BANFI

MILANO NOVEMBRE 2008

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - CORNALIA E., 1865 - Descrizione di una nuova specie dei genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - MAGNI-GRIFFI F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - GASTALDI B., 1865 - Sulla ricscavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - SEGUENZA G., 1865 - Palcontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp., 8 tavv.*
V - GIBELLI G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria, 16 pp., 1 tav.*
VI - BEGGIATO F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Montevialc nel Vicentino, *10 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - TARGIONI-TOZZETTI A., 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centralc *(Luciola italica)* e come lc fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - MAGGI L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - CORNALIA E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - ISSEL A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa, *38 pp.*
II - GENTILLI A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac dc Comc. *12 pp., 8 tavv.*
III - MOLON F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'ACHIARDI A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - COCCHI I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - SEGUENZA G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - GAROVAGLIO S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp., 1 tav.*
IX - SEGUENZA G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii dcl distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - DÜRER B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como, ecc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - EMERY C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii. 16 pp., 1 tav.*
II - GAROVAGLIO S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - TARGIONI-TOZZETTI A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - CLAPARÈDE E. R. e PANCERI P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - GAROVAGLIO S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'ACHIARDI A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dcll'Alpi venete. Partc II. 32 *pp. 8 tavv.*
II - GAROVAGLIO S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - MARINONI C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - MARINONI C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - MARTORELLI G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - DE ALESSANDRI G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - MARTORELLI G., 1898 - Le forme e le simmetrie dcllc macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - PAVESI P., 1901 - L'abbatc Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - DE ALESSANDRI G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - REPOSSI E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - REPOSSI E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - AIRAGHI C., 1917 - Sui molari d'elefantc delle alluvioni lombardc, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - BEZZI M., 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - SERA G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio collc forme craniensi e collc strutture dclla faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - DE BEAUX O. e FESTA E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale, *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - DESIO A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - SCORTECCI G., 1937 - Gli organi di senso della pellc degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - SCORTECCI G., 1941 - I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - GUIGLIA D., 1944 - Gli Sfccidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - GIACOMINI V. e PIGNATTI S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - VIALLI V., 1956 - Sul rinoccronte c l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - VENZO S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta.*
III - VIALLI V., 1959 - Ammoniti sinemuriane dcl Monte Albcnza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

Volume XIII

I - VENZO S., 1961 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronesc. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia. pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*
III - ZANZUCCHI G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiorc (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg., 8 tavv.*

Volume XIV

I - VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dcll'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*
III - DIENI I., MASSARI F. e MONTANARI L., 1966 - Il Paleogcnc dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - CARETTO P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*
II - DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Ncogene c il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardcgna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*
III - BARBIERI F., IACCARINO S., BARBIERI F. & PETRUCCI F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmcnsc-Reggiano. *pp. 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - CARETTO P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico c nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*
II - SACCHI VIALLI G. e CANTALUPPI G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128, 30 figg., 8 tavv.*
III - PIGORINI B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - PINNA G., 1968 - Ammoniti del Lias superiorc (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* c *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*
II - VENZO S. & PELOSIO G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Milano, 27-28 novembre 2008

MCZ
LIBRARY
FEB 02 2009
HARVARD
UNIVERSITY

A cura di
Gabriele Galasso
Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano
Giorgio Chiozzi
Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Museo di Storia Naturale di Milano
Mami Azuma
Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano
Enrico Banfi
Direttore del Museo di Storia Naturale di Milano

RegioneLombardia
Qualità dell'Ambiente

museo di storia naturale

Volume XXXVI - Fascicolo I

Novembre 2008

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Hanno contribuito a questa pubblicazione:

AREA PARCHI
Archivio Regionale Educazione Ambientale nei Parchi Lombardi

L'Archivio Regionale Educazione Ambientale nei Parchi Lombardi è gestito dal Parco Nord Milano

CENTRO FLORA AUTOCTONA

Il Centro Flora Autoctona della Regione Lombardia è gestito dal Parco Monte Barro.
Al CFA collaborano le Università degli Studi dell'Insubria e di Pavia e la Fondazione Minoprio

© 2008 Società Italiana di Scienze Naturali
Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Corso Venezia, 55 - 20121 Milano

In copertina: tarlo asiatico (*Anoplophora chinensis*) su quercia rossa (*Quercus rubra*), disegno di Carlo Pesarini.

Registrato al Tribunale di Milano al n. 6694

Direttore responsabile : Anna Alessandrello
Responsabile di redazione: Stefania Nosotti
Grafica editoriale: Michela Mura

Stampa: Litografia Solari, Peschiera Borromeo - Novembre 2008

ISSN 0376-2726

Le invasioni di specie alloctone costituiscono attualmente una delle principali emergenze ambientali e sono la seconda causa di perdita della biodiversità a scala globale. Oltre alle conseguenze di tipo ecologico, la diffusione incontrollata di specie introdotte dall'uomo al di fuori del loro areale di distribuzione originario ha serie ripercussioni di carattere socio-economico e sanitario. Per questi motivi in Italia, come in altri paesi europei, le ricerche sui fattori che favoriscono le specie animali e vegetali nel processo di invasione stanno ricevendo sempre maggiori attenzioni da parte del mondo scientifico.

La Lombardia con la sua notevole estensione, cui corrisponde una grande variabilità di ambienti naturali ed antropici, costituisce una regione chiave per lo studio delle invasioni in Italia. La capillare presenza dell'uomo, il grande numero di centri urbani di grandi e medie dimensioni, il notevole sviluppo della rete stradale e dell'agricoltura corrispondono ad un'elevata potenzialità per l'espansione sul territorio delle specie invasive. Allo stesso tempo, l'esistenza di studi da tempi storici e di osservazioni costanti a livello di specie offrono la base di informazioni necessaria per la creazione di attività finalizzate al controllo del fenomeno nei suoi molteplici aspetti e ad una scala più generale (nazionale e sopranazionale) delle specie più invadenti.

La redazione di piani d'azione e la definizione di efficaci strategie di monitoraggio e gestione si configurano come passi fondamentali per affrontare un argomento che non dovrebbe essere limitato alla dimensione accademica. In quest'ottica, l'organizzazione di incontri e seminari sulla situazione in ambito nazionale e sulle misure di contenimento finora attuate è di primaria importanza e ha l'obiettivo di facilitare la discussione tra ricerca scientifica, amministrazioni locali ed enti che si occupano di conservazione della natura, su una tematica della quale in Italia solo recentemente si sta acquisendo piena consapevolezza.

Il Comitato scientifico

The invasion of alien species is one of the most dramatic environmental issues of our times, being the second cause of biodiversity loss on a global scale. Beyond the enormous ecological consequences, the uncontrolled spreading of species introduced by humans, outside their original distributional range, has a serious social, economic and health impact. These are the reasons why in Italy, as in other European countries, researches on the factors favouring the invasion of animal and vegetal species are drawing more and more attention from the scientific world.

Lombardy, with its vast territorial extension formed by a mix of natural and anthropogenic ecosystems, represents a key area for the study of the phenomenon of non-native species invasion in Italy. The pervasiveness of man on the territory, the huge number of large and medium urban centres, the remarkable development of the road system and of agriculture are the footholds for the expansion of invasive species on the territory. At the same time, the existence of long-term studies and the continuous monitoring at the species scale provide the information basis necessary to coordinate actions oriented to the control of the phenomenon in its multiple facets and at a more general scale (national and supernational).

The development of action plans, the definition of effective monitoring strategies and management turn out to be the fundamental steps to face a topic which should not be restricted to the academic circle. From this point of view, the organization of national meetings and seminars on this issue and on the control measures carried out so far, aims to favour the dialogue among scientific researchers, local administrators and institutions dealing with nature conservation, on a theme on which in Italy only recently we are getting fully aware of.

The Meeting's Scientific Committee

Programma del convegno

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Milano, 27-28 novembre 2008

Centro Congressi Fondazione Cariplo, Via Romagnosi 6, Milano

27 novembre: Censimenti e invasività

9.00 - Caffè di benvenuto
9.30 - Registrazione dei partecipanti

Relazioni introduttive

Moderatore: Cinzia Secchi
10.00 - Saluti delle Autorità
10.30 - David B. Roy - Biological invasions in Europe: DAISIE as a pan-European inventory of alien species
11.00 - Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow - La *watch-list* della flora alloctona d'Italia

Prima sessione

Moderatore: Gianni Ferrario
11.30 - Cesare M. Puzzi, Gaetano Gentili & Pietro Angelo Nardi - Status e problematiche delle specie ittiche alloctone nel bacino del Po
11.50 - Fabrizio Martini, Enzo Bona, Germano Federici, Franco Fenaroli & Giovanni Perico - Variazioni nella componente alloctona della flora della Lombardia centro-orientale fra la metà del XIX e l'inizio del XXI secolo
12.10 - Dibattito
12.45 - Pranzo

14.00-14.30 - Sessione Poster

Seconda sessione

Moderatore: Mauro Mariani
14.30 - Stefano Scali - Il problema delle introduzioni di anfibi e rettili in Italia e nel mondo
14.50 - Francesco Sartori & Silvia Assini - Osservazioni su specie vegetali esotiche invasive lungo i fiumi padani
15.10 - Camilla Gotti, Nicola Baccetti, Alessandro Andreotti, Giancarlo Fracasso, Maurizio Sighele & Marco Zenatello - Banca dati degli uccelli alloctoni in Italia: motivazioni, criteri e analisi preliminare
15.30 - Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Daniela Grande - Analisi dei fattori che inducono modificazioni delle comunità forestali insubriche ad opera di specie esotiche invasive
15.50 - Dibattito

Terza sessione

Moderatore: Pietro Lenna
16.20 - Dario Savini & Anna Occhipinti-Ambrogi - Bad Moon Rising: il gambero rosso della Louisiana, una minaccia per gli ecosistemi acquatici della Lombardia
16.40 - Enrico Banfi & Gabriele Galasso - Diffusione e invasività della palma *Trachycarpus fortunei*
17.00 - Danilo Baratelli, Maurizio Casiraghi, Claudio Celada & Alessandra Gagliardi - Un nuovo passeriforme naturalizzato in Lombardia: *Paradoxornis* sp.
17.20 - Sandro Bertolino & Lucas Wauters - La problematica delle introduzioni di scoiattoli a livello mondiale e italiano: impatti e strategie di prevenzione
17.40 - Dibattito

28 novembre: Piani di azione

9.00 - Caffè di benvenuto

Relazione introduttiva

Moderatore: Carlo Blasi
9.30 - Piero Genovesi - Quale politica per rispondere alle invasioni biologiche?

Sessione unica

Moderatore: Carlo Blasi
10.00 - Bernardo Zilletti, Laura Capdevila-Argüelles & Víctor A. Suárez Álvarez - Strategie e azioni per il controllo delle specie alloctone in Spagna
10.25 - John Bailey - Special threats posed by the Japanese Knotweed invasion
10.50 - Paolo Alleva - *Ambrosia artemisiifolia*: indicazioni pratiche per un miglior controllo
11.15 - Costanza Jucker, Matteo Maspero, Beniamino Cavagna, Mariangela Ciampitti & Mario Colombo - Biologia e gestione di *Anoplophora chinensis* (Forster) in Lombardia
11.40 - Fulvio Enrico Caronni - Il caso del ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.) al Parco lombardo della Valle del Ticino
12.00 - Dibattito e chiusura lavori

Enti organizzatori

Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, Regione Lombardia
Museo di Storia Naturale di Milano

Comitato scientifico

Cinzia Secchi, Gianni Ferrario, Pietro Lenna - Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, Regione Lombardia
Enrico Banfi, Gabriele Galasso, Giorgio Chiozzi, Carlo Pesarini - Museo di Storia Naturale di Milano
Carlo Blasi - Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Bruno E. L. Cerabolini - Università degli Studi dell'Insubria di Varese e Centro Flora Autoctona Lombardia
Piero Genovesi - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Guido Tosi - Università degli Studi dell'Insubria di Varese
Pietro Angelo Nardi - Università degli Studi di Pavia

David B. Roy

Biological invasions in Europe: DAISIE as a pan-European inventory of alien species

Invasioni biologiche in Europa: DAISIE, un catalogo pan-europeo delle specie alloctone

This chapter describes the approach and results from the "Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe" (DAISIE) project. The full results of the project are published in the Handbook of Alien Species (DAISIE, in print) and via the internet (www.europe-aliens.org).

Background

Early warning and prevention of the harmful impact of alien species on ecosystems is a fundamental requirement of the European Biodiversity Strategy and the EU Action Plan to 2010 and Beyond (European Commission, 2006) yet, in the absence of reliable regional analyses, the European states have been unable to tackle this issue strategically (Miller *et al.*, 2006).

Effective control of invasive alien species has been hampered in Europe by the lack of (1) monitoring for alien species at frequent enough intervals in regions of concern; (2) a means to report, verify the identifications, and warn of new sightings; and (3) risk assessments that predict the likelihood of a particular species becoming invasive. Information on the invasive alien species present in Europe is incomplete, and that which is available is scattered in a variety of published and unpublished accounts and databases. Anticipating invasions by alien species is difficult, because access to information on their previous invasive ability (one of the best predictors of whether a new species will become invasive) is mostly unavailable. A key recommendation of the European Strategy on Invasive Alien Species is the development of a regional inventory of alien species recorded in the wild (Council of Europe, 2002).

In response to this requirement, the European Commission, launched the DAISIE project (2005-2008). The general objectives of the project were:

1) to create an inventory of alien species that threaten European terrestrial, fresh-water and marine environments;

2) to structure the inventory to provide the basis for prevention and control of biological invasions through the understanding of the environmental, social, economic and other factors involved;

3) to assess and summarise the ecological, economic and health risks and impacts of the most widespread and/or invasive species in Europe;

4) to use distribution data and the experiences of the individual Member States as a framework for considering indicators for early warning.

By achieving these objectives, DAISIE aimed to deliver a European "one-stop-shop" for information on biological invasions in Europe.

Implementation

DAISIE focused on four major areas of information gathering and dissemination:

1) the European Alien Species Expertise Registry: a directory of researchers and research (WP2);

2) European Alien Species Database: including all known alien species in Europe (WP3);

3) European Invasive Alien Species Information System: descriptions of key alien species known to be invasive in Europe that includes distribution maps of key invasive alien species in Europe known or suspected of having environmental or economic impacts (WP4 and WP5).

Each of these activities is briefly described below and they have been integrated together as a single internet portal for information on European alien species (www.europe-aliens.org) - (WP6), and supported by communication, data sharing and dissemination activities (WP7).

European Alien Species Expertise Registry

Current expertise in biological invasions is distributed across research organisations throughout Europe and is funded mainly by national programmes. In response, DAISIE established the European Alien Species Expertise Registry, representing a fundamental step towards linking these organisations and individuals in ways that provide added value at the European level and builds the critical mass of expertise in invasive alien species research to meet European-scale requirements. The registry contains information on the field of expertise (distribution, conservation, ecology, economy, genetics, legislation, management, pathways, physiology, risk assessment, and taxonomy) and on the taxonomic and geographic structure of the expertise. As of October 2008, the Registry contains information on 1,737 experts from 92 countries for almost 3,400 higher *taxa* (family level or higher).

European Alien Species Database

An up-to-date inventory of all alien species known to inhabit Europe is essential to building an early detection and warning system for the Europe's environmental managers. This critical step represented the major activity in DAISIE and involved compiling and peer-reviewing national lists of hundreds of species of fungi, plants, invertebrates, fish, amphibians, reptiles, birds and mammals. As of October 2008, the number of alien *taxa* known to be present somewhere within Europe is 11,494. The list represents a broad taxonomic spectrum of terrestrial and aquatic free living and parasitic organisms. The DAISIE

database (www.europe-aliens.org) also contains documented introduction records of the alien *taxa* for 71 terrestrial and nine marine regions of Europe, the Levantine Basin and the North African coast of the Mediterranean Sea. The total number of species-region records is 50,001, including 46,173 records for terrestrial regions and 4,284 for aquatic regions.

Besides the taxonomy and data on regional introduction records for each alien species the DAISIE database contains information on synonyms, ecofunctional grouping, species status (native in some parts of Europe but alien in other parts of Europe, alien to Europe, or cryptogenic, i.e. origin is unknown and it cannot be distinguished whether it is native or alien), introduction time, data on ecological and economic impacts, invasion history, population status as well as comments as free text. Sources of the data can be backtracked to original references and contributors.

The DAISIE database is constantly growing due to increased knowledge, arrival of new alien species, spread into new regions (i.e. addition of new introduction records), changes in species taxonomy, etc. Therefore it is advisable to visit the DAISIE portal at www.europe-aliens.org for the most up-to-date information and use the database exploration tools presented therein.

European Invasive Alien Species Information System

One of the primary tools for raising awareness on biological invasions has been the publication of species accounts of the most prominent alien invaders. The species accounts realised within the DAISIE project have been prepared with the purpose of delivering a synthesis of the most relevant up-to-date information on the ecology, distribution and impact of 100 of the most invasive species. The DAISIE species accounts include three terrestrial fungi species, 18 terrestrial plant species, 16 terrestrial invertebrate species, 15 terrestrial vertebrate species, 16 species found in inland waters and 32 species from coastal waters. These species invade European natural and semi-natural habitats and already cause or have the potential to cause severe environmental, economic and/or health problems. The species were nominated to the list by experts working within the DAISIE research project. They are perhaps not the 100 most invasive alien species in Europe, but rather representatives of all main taxonomic groups and all environments and were selected so as to represent diverse impacts on ecology, socio-economic values and human and animal health. The species accounts were written by experts in the specific *taxon* and are based on the most up to date information available, both published and unpublished.

Conclusions

It is hoped that the inventory, accounts, and distribution maps will provide a qualified reference system on invasive alien species in Europe, available online for environmental managers, legislators, researchers, students and all concerned. The current inventory highlights that the rate of new naturalizations has consistently declined for some *taxa* most notably vertebrates such as inland fish, birds and mammals, while consistent increases are found for many invertebrates in both aquatic and terrestrial biomes. However, even where rates of establishment are declining, the cumulative number of alien *taxa* is increasing and for plants, marine invertebrates and terrestrial insects, current rates of increase are over 10 new *taxa* per year. The pan-European inventory of alien species created through DAISIE provides a platform for European reporting on biodiversity indicators and highlights areas where Europe will need to direct resources to manage biological invasions.

Acknowledgements - DAISIE was supported by the European Commission Sixth Framework Programme - contract SSPI-CT-2003-511202. The project would not have been possible without the joint effort of the consortium of 83 partners and 99 collaborators, listed in DAISIE (in print).

References

Council of Europe, 2002 – European strategy on invasive alien species. *Council of Europe Publishing*, Strasbourg.

DAISIE, in print – The Handbook of Alien Species in Europe. Invading Nature. Springer Series in Invasion Ecology. *Springer*, Amsterdam, 3.

European Commission, 2006 – Halting the loss of biodiversity by 2010 - and beyond - sustaining ecosystem services for human well-being. *Communication from the Commission*, SEC (2006), 607.

Miller C., Kettunen M. & Shine C., 2006 – Scope options for EU action on invasive alien species (IAS). Final report for the European Commission. *Institute for European Environmental Policy* (IEEP), Brussels.

David B. Roy
NERC Centre for Ecology and Hydrology Wallingford, Maclean Building,
Benson Lane, Crowmarsh Gifford, Wallingford, Oxfordshire, OX10 8BB, United Kingdom
e-mail: dbr@ceh.ac.uk

Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow

La *watch-list* della flora alloctona d'Italia

Watch-list of the non-native flora of Italy

La diffusione non controllata di specie vegetali e animali provenienti da altre aree geografiche e introdotte volontariamente o accidentalmente dall'uomo è considerata una delle più serie minacce alla conservazione della biodiversità su scala mondiale ed è inoltre associata a notevoli ripercussioni sul piano socio-economico e sanitario. In numerose occasioni, durante le Conferenze delle Parti (COP), la Convenzione sulla Diversità Biologica (Rio de Janeiro, 1992) si è occupata di questa tematica suggerendo un approccio di tipo gerarchico costituito da tre livelli successivi ovvero prevenzione, controllo ed eradicazione. Sono inoltre altamente raccomandati la costruzione di sistemi che promuovano l'individuazione precoce delle specie potenzialmente "pericolose" (*early detection and warning system*) nonché le attività in grado di favorire lo scambio di comunicazioni tra Paesi adiacenti (principio della cooperazione). A scala continentale, la Strategia Europea sulle Specie Esotiche Invasive (Genovesi & Shine, 2004), adottata nell'ambito della Convenzione di Berna, incoraggia gli Stati membri a sviluppare Strategie Nazionali sulle invasioni biologiche e a produrre Piani d'Azione finalizzati ad affrontare specifiche problematiche, ad esempio nei confronti delle entità più rilevanti, delle modalità più frequenti di introduzione e diffusione delle specie o degli ambienti ritenuti maggiormente vulnerabili.

In quest'ambito s'inserisce il progetto "Flora alloctona d'Italia" che, su finanziamento del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, ha coinvolto negli anni 2005-2007 esperti per ciascuna regione italiana nella costruzione di una banca dati delle specie di piante vascolari alloctone presenti spontaneamente sul territorio nazionale. L'utilizzo di una terminologia comune ha permesso di raccogliere in maniera standardizzata le informazioni disponibili su distribuzione, frequenza e status di naturalizzazione di ciascuna entità nelle regioni amministrative e biogeografiche d'Italia, nelle principali tipologie di uso del suolo, lungo la costa, in 49 isole e nelle cinque maggiori città (Torino, Milano, Roma, Napoli e Palermo). Per ciascuna specie, la banca dati contiene inoltre indicazioni su periodo e modalità di introduzione, continente di origine, impatti (economici, sanitari ed ecologici) ed alcuni caratteri biologici ed ecologici tra quelli più noti in letteratura perché in grado di influenzare il potenziale invasivo. Tale progetto costituisce un primo tentativo concreto di raggiungere, anche a livello italiano, l'obiettivo di una riduzione significativa della perdita di biodiversità provocata dalle invasioni di specie non native entro l'anno 2010.

Da tale censimento, la flora alloctona italiana risulta costituita da 1.023 entità (specie e sottospecie) alle quali si aggiungono 40 di dubbio indigenato. All'interno del contingente di specie esotiche, che rappresenta il 13,4% della flora nazionale, si distinguono 438 entità presenti allo stato casuale, ossia non stabilizzate, ma dipendenti dal continuo apporto di propaguli per mantenere i propri popolamenti, e 523 entità insediate stabilmente. In accordo con la terminologia proposta da Pyšek *et al.* (2004) tra le entità stabilizzate sono state individuate 162 invasive, ovvero specie vegetali alloctone caratterizzate da una elevata velocità di diffusione sul territorio. Infine sono state evidenziate 62 entità per le quali non esistono segnalazioni successive al 1950. Sulla base del periodo di introduzione vengono distinte 920 neofite, importate dopo la scoperta del continente americano, e 103 archeofite (Celesti-Grapow *et al.,* in stampa a, b). La definizione di queste ultime, spesso considerate parte integrante delle flore locali, ha richiesto la costituzione di un gruppo ad hoc di specialisti.

Le informazioni raccolte nel corso del progetto, visualizzate sotto forma di mappe, aiutano a individuare le modalità di distribuzione spaziale delle specie alloctone le quali, successivamente, possono essere messe in relazione con fattori di tipo economico, sociale ed ambientale in grado di influenzare i processi di invasione biologica. In termini numerici la maggiore ricchezza di specie esotiche e invasive è concentrata nelle regioni settentrionali, industrializzate e urbanizzate. Le città si confermano quindi come i principali centri di immissione e diffusione di propaguli di specie non native. Piuttosto cospicuo è anche il contingente di specie vegetali alloctone nelle piccole isole italiane, in massima parte legato ad introduzioni volontarie effettuate a scopo ornamentale. Sebbene la diffusione di specie esotiche sia elevata soprattutto in contesti fortemente influenzati dalla presenza dell'uomo, come superfici artificiali e agricole, esistono anche situazioni di maggiore naturalità dove la presenza di specie introdotte può costituire una minaccia. In modo particolare sono risultate a rischio le aree umide interne, le zone perifluviali, con speciale riferimento ai boschi a prevalenza di specie igrofile, e le aree costiere sabbiose e rocciose.

Altro obiettivo dichiarato del progetto "Flora alloctona d'Italia" è stata la definizione, a partire dalle 1.023 specie, di liste contenenti le entità più significative verso le quali concentrare gli sforzi di ricerca scientifica, finalizzati alla migliore conoscenza dei meccanismi di invasione e dell'ecologia delle singole specie, nonché le azioni di monitoraggio e contenimento degli impatti. È noto infatti come gli interventi di controllo ed eradicazione siano in genere dispendiosi e possano non raggiungere gli obiettivi che si sono preposti. Per questo motivo è di cruciale importanza la definizione di priorità d'azione.

In particolare sono state sviluppate 3 liste indicate rispettivamente come *quarantine-*, *alert-* e *watch-list*. Per la loro redazione sono state considerate unicamente le neofite con segnalazioni successive al 1950. I dati su distribuzione e status di naturalizzazione delle specie a livello regionale sono stati integrati con informazioni sulle categorie di uso del suolo dei siti di rinvenimento (CORINE Land Cover II-III livello) e sul tipo d'impatto esercitato dalle specie secondo le categorie socio-economico, sanitario ed ecologico. Per quanto riguarda gli impatti, in Italia la documentazione si trova dispersa in una grande

quantità di fonti. Mentre numerosi lavori sono stati realizzati sulla diffusione delle specie infestanti, che costituiscono la maggior parte delle specie con impatto socio-economico, gli studi italiani finalizzati a quantificare gli effetti su struttura e funzionalità degli ecosistemi sono relativamente pochi. Inoltre si è ritenuto opportuno completare e interpretare le informazioni nazionali con la valutazione della potenzialità di generare un impatto (o rischio) rivolgendo particolare attenzione alle specie considerate invasive in altri Paesi europei o in Paesi con condizioni bioclimatiche simili a quelle italiane.

In *quarantine-list* sono state inserite le specie senza alcun impatto reale in Italia ma per le quali esistono riferimenti bibliografici internazionali che attestano le potenzialità di un impatto ecologico. Spesso il passaggio tra due fasi del processo di naturalizzazione-invasione richiede periodi di latenza di durata variabile (*time lags*) e per questo motivo le specie introdotte possono manifestare le loro capacità invasiva anche molti anni dopo la loro prima segnalazione. Inoltre la *quarantine-list* include specie che, sebbene conosciute per ora solo allo stato di casuali, sono associate a un impatto sanitario dovuto principalmente alla produzione di polline allergenico.

La *alert-list* contiene tutte le specie in grado di costituire popolamenti stabili (naturalizzate e invasive) con impatti socio-economici, sanitari ed ecologici riconosciuti a livello italiano. All'interno di questa lista un'analisi di maggior dettaglio ha interessato le specie invasive con impatto ecologico e ha riguardato l'informazione sulle categorie di uso del suolo. Di conseguenza le specie più significative perché maggiormente ricorrenti in ambienti naturali e/o seminaturali sono state estratte e incluse nella *watch-list*. Quest'ultima è composta da circa 40 entità, per la maggior parte piante perenni, molte delle quali con possibilità di riprodursi anche per via vegetativa formando ampi popolamenti monospecifici ed entrando in competizione con le comunità autoctone. Su queste specie "chiave" sono state sviluppate schede di approfondimento contenenti indicazioni su biologia, ecologia, impatto generato e interventi di gestione realizzati in Italia e all'estero. Tali schede possono fornire un contributo concreto a chi si trova ad affrontare questa problematica sul campo e nella sensibilizzazione del grande pubblico.

Bibliografia

Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Assini S., Banfi E., Barni E., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Del Guacchio E., Domina G., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., Lucchese F., Medagli P., Passalacqua N., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Vidali M., Viegi L., Villani M. C., Wilhalm T. & Blasi C., in stampa a – Non-native flora of Italy: species distribution and threats. *Plant Biosystems*, 143.

Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Viegi L., Villani M. C., Wilhalm T. & Blasi C., in stampa b – The inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143.

Genovesi P. & Shine C., 2004 – European strategy on invasive alien species (Nature and environment, n. 137). *Council of Europe publishing*, Strasbourg.

Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004 – Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1): 131-143.

Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow
Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia
Carlo Blasi e-mail: carlo.blasi@uniroma1.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Cesare M. Puzzi, Gaetano Gentili & Pietro Angelo Nardi

Status e problematiche delle specie ittiche alloctone nel bacino del Po

Status and threats of non-native fish species in the Po River basin

Nell'ambito del bacino padano la comunità ittica ha subito in pochissimi anni un vero e proprio stravolgimento nella sua composizione specifica. Le specie esotiche sono state introdotte in ogni tipologia di ambiente acquatico, a partire dai remoti laghi alpini, passando per torrenti di montagna, fiumi del fondovalle, laghi, risorgive e grandi fiumi di pianura.

I laghi alpini, che nella loro grande maggioranza presumibilmente non ospitavano naturalmente alcun pesce, oggi sono diffusamente ripopolati con specie d'interesse sportivo. Accanto alla classica trota fario (*Salmo trutta trutta*), nei laghi alpini sono state introdotte almeno altre due specie ittiche di origine nordamericana della famiglia dei salmonidi: la trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) e il salmerino di fontana (*Salvelinus fontinalis*). Se da un lato la trota iridea non dimostra capacità di attecchimento, per cui una volta pescata di fatto scompare, dall'altro il salmerino di fontana è in grado di adattarsi efficacemente ai nostri laghi alpini, tanto che oggi numerosi ambienti di questo tipo ospitano popolazioni ben acclimatate ed abbondanti di questa specie.

Nel basso corso del Fiume Po, le specie ittiche aliene, che fino agli anni '80 del secolo scorso erano rappresentate solo da qualche entità, sono oggi presenti più o meno in pari numero rispetto alle specie autoctone e talora anche più numerose. Accanto a pesci esotici acclimatati da decenni, come il persico sole (*Lepomis gibbosus*) o il persico-trota (*Micropterus salmoides*), si assiste ad una piena acclimatazione anche di specie fortemente invasive, tra le quali spicca, per voracità e per le dimensioni raggiunte, il siluro (*Silurus glanis*). Questa specie è presente ed abbondante dal delta del Po al tratto alessandrino, ma ormai si è diffusa anche in molti tributari e in alcuni laghi tra i quali, per esempio, il Lago d'Endine (BG), il Lago di Comabbio, il Lago di Monate e il Lago di Varese (VA); è recente, inoltre, la sua comparsa nel Lago di Pusiano (CO, LC). Per il siluro sono disponibili molti dati relativi alla sua autoecologia, raccolti nell'ambito di un Progetto Life-Natura realizzato sul Fiume Ticino (Puzzi *et al.*, 2007). In questo studio, sono raccolti numerosi dati sull'elevato potenziale invasivo del siluro che, potendo avvalersi di un'elevata plasticità ecologica, si situa in una posizione di netto vantaggio rispetto alle specie originarie del bacino padano. Ad esempio, la sua capacità di colonizzare ambienti molto diversi per caratteristiche idro-morfologiche gli consente di trovarsi a suo agio sia in un fiume a corrente veloce e substrato grossolano, come è il Ticino nel suo tratto intermedio, sia in un tratto potamale a substrato fine, come è il Po nel suo basso corso, sia in acque lentiche, come le lanche fluviali o i laghi briantei. Inoltre, le abitudini notturne pongono il siluro, in quanto predatore, in una condizione ecologica privilegiata rispetto ai pesci originari del bacino padano che hanno abitudini diurne; per di più, il raggiungimento in pochi anni di una taglia enorme lo mette al sicuro, in quanto preda potenziale, dagli attacchi di altri animali. Non ultimo, il vantaggio riproduttivo datogli dal prestare cure parentali (il maschio "cura" il nido) e di avere un periodo riproduttivo lungo (dalla fine di maggio a tutto agosto) che, anche in caso di eventi eccezionali di natura alluvionale o siccitosa, assicura la possibilità che almeno qualche nidiata vada a buon fine, con una probabilità maggiore rispetto ad altre specie ittiche.

Un altro predatore invasivo, di recentissima comparsa ed in rapida affermazione è l'aspio (*Aspius aspius*), un'altra specie di origine danubiana come il siluro. L'aspio non raggiunge le taglie enormi del siluro, ma dalla letteratura si evince che, nell'areale originario, possa arrivare ai 10 kg di peso. Ciò significa che ai nostri climi potrebbe anche superare questa dimensione o raggiungerla più in fretta, esercitando quindi un forte impatto predatorio sui pesci di taglia piccola e media.

Non solo i predatori alloctoni rappresentano una minaccia per le specie autoctone della fauna ittica e la biodiversità acquatica in generale, ma anche altre specie ittiche aliene sia di piccole dimensioni, come la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), il rodeo amaro (*Rhodeus sericeus*) o il cobite di stagno orientale (*Misgurnus anguillicaudatus*), sia di taglia media, come l'abramide (*Abramis brama*) o la blicca (*Abramis bjoerkna*). Sono anch'esse infatti una fonte di profondo disturbo per la competizione che innescano verso le specie autoctone con le quali condividono la nicchia ecologica e, in particolare, le fonti alimentari e i substrati riproduttivi.

Particolarmente interessante e preoccupante è poi un altro aspetto conseguente all'introduzione delle specie esotiche: la possibilità d'ibridazione con le specie autoctone e il conseguente inquinamento genetico. Si riporta il caso del gardon (*Rutilus rutilus*), ciprinide di origine danubiana comparso da una quindicina d'anni e oggi diffusissimo in molti ambienti acquatici del bacino e, in alcuni casi, dominante la comunità ittica (ad esempio nel Lago di Lugano). Per questa specie è stata osservata la possibilità di incrociarsi efficacemente con il pigo (*Rutilus pigus*) e con il triotto (*Rutilus erythrophthalmus*), facilitato in ciò dal fatto di appartenere al medesimo genere (Bellani *et al.*, 2007). Tale potenzialità d'ibridazione, che potrebbe dare origine, laddove convivano le tre specie, a molteplici "gradazioni" nel frutto di questi incroci, porterebbe ad un possibile rimescolamento completo del genere *Rutilus* in ambito padano, con la conseguenza di perdere in un colpo solo due espressioni genetiche autoctone in favore di una nuova forma di *Rutilus* non meglio definita. In altre parole il gardon alieno funziona da "specie-ponte" fra pigo e triotto, due specie autoctone del bacino padano, diversificatesi geneticamente in epoca remota, che hanno potuto convivere separatamente e in equilibrio solo fino all'introduzione di un elemento perturbante.

Si presentano i dati più recenti sulle specie ittiche esotiche del bacino padano: distribuzione, status e mi-

naccia che esse rappresentano per la conservazione delle specie autoctone e per la tutela della biodiversità. I dati sono desunti dalle Carte Ittiche di molte province del bacino padano, che si basano su attività di censimento condotte in stazioni rappresentative del reticolo idrico di superficie più significativo, e che di norma riportano sinteticamente i dati sulla distribuzione delle singole specie campionate e sul loro status. Si riportano inoltre i dati sulle specie ittiche esotiche relativi al Fiume Po, raccolti nell'ambito della redazione della Carta Ittica del Fiume Po, commissionata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po alla GRAIA S.r.l., già consegnata, ed ora in fase di approvazione.

Bibliografia

Puzzi C. M., Trasforini S., Casoni A., Bardazzi M. A. & Bellani A., 2007 – Il siluro (*Silurus glanis*). Ecologia della specie nel Fiume Ticino e risultati dell'azione di contrasto alla sua espansione svolta dal Parco negli anni 2001-2006. *Consorzio del Parco Lombardo della Valle del Ticino*, Pontevecchio di Magenta (MI).

Bellani A., Puzzi C. M., Trasforini S., Montonati S. & Bardazzi M. A., 2007 – Il pigo (*Rutilus pigus*). Studio dell'autoecologia della specie nel Fiume Ticino. *Consorzio del Parco Lombardo della Valle del Ticino*, Pontevecchio di Magenta (MI).

Cesare M. Puzzi & Gaetano Gentili
G.R.A.I.A. S.r.l., Gestione e Ricerca Ambientale Ittica Acque, Via Repubblica 1, 21020 Varano Borghi (VA), Italia
Cesare M. Puzzi e-mail: cesare.puzzi@graia.eu - Gaetano Gentili e-mail: gaetano.gentili@graia.eu
Pietro Angelo Nardi
Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Pavia, Viale Taramelli 24, 27100 Pavia, Italia
e-mail: pietroangelo.nardi@unipv.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo 1

Fabrizio Martini, Enzo Bona, Germano Federici, Franco Fenaroli & Giovanni Perico

Variazioni nella componente alloctona della flora della Lombardia centro-orientale fra la metà del XIX e l'inizio del XXI secolo

Changes within the allochthonous flora of central-eastern Lombardy (N. Italy) between the end of the 19th and the beginning of the 21th Century

Il rilevamento cartografico connesso al progetto per la realizzazione di una flora critica della Lombardia centro-orientale (Fenaroli & Martini, 1999; Ferlinghetti & Federici, 1999), condotto secondo i metodi della Cartografia Floristica dell'Europa Centrale (Ehrendorfer & Hamann, 1965), ha portato finora all'implementazione, nel relativo *database*, di quasi 500.000 *record*, ripartiti fra dati d'erbario (storico e recente), di osservazione e di letteratura (antica e moderna), per un territorio che comprende le province di Bergamo (2.771 km²) e Brescia (4.784 km²) e alcune aree limitrofe appartenenti alle province di Cremona, Milano, Lecco, Sondrio, Trento, Verona e Mantova.

Dal punto di vista floristico l'area maggiormente interessante risulta sicuramente quella montana, mentre la pianura appare quasi ovunque profondamente alterata dalle attività antropiche. La porzione settentrionale del comparto montano rientra nel distretto alpico, mentre l'area meridionale (prealpina) appartiene a quello insubrico ed è caratterizzata dalla presenza di un ricco contingente endemico, che in senso lato comprende un'ottantina di specie. Accanto al corotipo endemico, sul territorio si dispiegano geoelementi di opposta matrice, quali ad esempio l'atlantico e l'alpico occidentale da un lato, l'illirico e il mediterraneo dall'altro, il che rende questo territorio uno dei più significativi delle Alpi meridionali.

Una prima, diretta ricaduta del progetto cartografico, è rappresentata dall'atlante corologico degli alberi e degli arbusti del Bresciano (De Carli *et al.*, 1999), alla quale si affianca il lavoro che qui presentiamo e che costituisce un ulteriore tentativo di elaborazione sintetica tematica dei dati raccolti in oltre un quindicennio di attività.

È noto che lo studio delle specie esotiche sta acquistando sempre maggiore rilevanza, in rapporto all'invasività dell'azione umana, espressa dalla dilatazione dell'urbanizzazione, delle superfici coltivate e dell'aumento dei flussi commerciali connessi allo sviluppo incalzante delle vie di comunicazione. La quantità di specie esotiche in seno alla flora spontanea di un territorio è perciò costantemente in aumento, in particolare nelle aree planiziali o collinari, dove più facilmente può esplicarsi l'azione diretta dell'uomo, e può venire assunta quale indice di inquinamento ambientale.

In quest'ottica s'inquadra anche la nostra analisi, nella quale ci è sembrato utile, per una serie di motivazioni (origine, tempi e tipologie d'introduzione, rapporti con le attività umane), mantenere distinte in seno alle specie esotiche, che nel loro insieme rappresentano mediamente il 20% della flora complessiva, le archeofite (considerabili alla stregua di elementi naturalizzati) dalle neofite (elementi alloctoni giunti nel territorio dopo il 1492).

Le archeofite rilevate costituiscono circa il 5% della flora, mentre 17 specie, citate nella bibliografia storica e non segnalate di recente, sono da ritenersi estinte. L'insieme delle famiglie meglio rappresentate è piuttosto ampio e comprende Asteraceae (10,9%), Poaceae (9,7%), Brassicaceae (9,1%), Lamiaceae (7,9%), Apiaceae (6,1%), Papaveraceae e Caryophyllaceae (5,5%).

Lo spettro biologico è dominato da terofite (87%) ed emicriptofite (7%) scapose, prevalentemente originarie del Bacino mediterraneo (45%), Eurasia (26%) ed Europa (8,5%).

Sotto il profilo storico, la compagine archeofitica mostra un rapido incremento fino al 1900, in conseguenza della pubblicazione delle flore basiche, allorché il loro numero tocca il valore di 165; poi, per tutto il '900 e fino ai nostri giorni l'andamento è in pratica appiattito su accrescimenti molto bassi, che portano il totale a 182, fra le quali, lo ricordiamo, 17 (9,3%) scomparse.

Per ciò che riguarda queste ultime, nella maggior parte dei casi si tratta di elementi segetali, che l'avvento dell'agricoltura intensiva, sostenuta dal massiccio utilizzo di trattamenti chimici, ha portato in pratica all'estinzione in sede locale. Abbiamo in mente fra gli altri *Adonis aestivalis*, *Bupleurum lancifolium*, *Conringia orientalis*, *Galeopsis segetum*, *Galium spurium*, *Gladiolus communis*, *Lappula squarrosa*, *Lathyrus inconspicuus*, *Lolium remotum*, *Nigella arvensis*, *Polycnemum arvense*, *Turgenia latifolia*, non reperite durante il rilevamento cartografico.

La distribuzione delle archeofite nel territorio investe prevalentemente l'alta pianura e la fascia pedecollinare, penetrando lungo le valli principali, in particolare la Valle Camonica centrale.

Le neofite costituiscono all'incirca il 15% della flora attuale e sono rappresentate da 470 specie cui vanno sottratti 35 elementi, noti unicamente da fonti bibliografiche storiche (cioè quelle antecedenti il 1968, scelto come anno d'inizio della cartografia floristica in Italia) e che pertanto, alla luce delle conoscenze finora acquisite, risultano scomparsi, o quanto meno estremamente rarefatti.

Si tratta in massima parte di Asteraceae (12,4%), Poaceae (9,2%), Brassicaceae (5,7%), Fabaceae (5,1%), Rosaceae (4,1%), Solanaceae (3,2%) e Amaranthaceae (2,8%).

Sul piano biologico prevalgono le forme scapose di terofite (39,8%), fanerofite s.l. (20,9%) ed emicriptofite (18,9%), seguite da geofite (11,5%), in particolare rizomatose e bulbose, idrofite (3,4%) e camefite (3%).

La maggior parte delle neofite ha origini americane (30,8%), e in particolare nordamericane, mentre le asiatiche rappresentano circa il 22,3% del totale, seguite dagli elementi provenienti dal bacino mediterraneo (19,1%) e da quelli europei (8%).

La situazione storica mostra un netto aumento delle neofite dalla metà del XIX secolo ai giorni nostri: se intor-

no al 1850 le neofite riportate in bibliografia assommavano a una quarantina, con la pubblicazione delle flore storiche (Rota, 1843, 1853; Bergamaschi, 1853; Zersi, 1871; Rodegher & Venanzi, 1894) il numero sale bruscamente, sicché agli inizi del '900 le neofite sono già più di 200.

Questa tendenza non mostra sostanziali variazioni e appare in costante ascesa per tutto il '900 e nei primi anni del nostro secolo: in buona sostanza, in circa 150 anni il numero delle neofite è in pratica più che decuplicato. Analizzando il fenomeno sotto il profilo corologico, per ciò che riguarda la presenza sul territorio degli elementi maggiormente rappresentativi, si nota che, dopo un periodo di più rapido incremento delle specie di provenienza asiatica e mediterranea, a partire dai primi anni '30 del XX secolo la situazione muta, e le specie di origine americana prendono il sopravvento, dapprima in modo contenuto e poi, dal 1980, con ritmi assai più marcati. Ciò è in linea con quanto si è registrato dopo la fine del secondo conflitto mondiale anche in altre parti d'Europa e in Italia settentrionale, ad esempio in Friuli-Venezia Giulia (Martini & Poldini, 1995).

La diffusione del contingente neofitico sul territorio mostra evidenti disomogeneità e può essere assunto quale indice d'inquinamento floristico, espresso come rapporto fra le specie neofite e quelle autoctone. Sulla scorta di questa premessa appare evidente che il territorio maggiormente interessato dalla presenza delle neofite è la pianura, sede della maggiore antropizzazione, e in seconda battuta i fondi valle più aperti, in particolare delle valli Camonica, Brembana e Seriana.

Il rilevamento cartografico della flora basato su unità geografiche operazionali (OGU) permette poi, sebbene in modo approssimato, di evidenziare l'invasività delle neofite attraverso la comparazione fra i quadranti in cui attualmente una data specie è stata riscontrata e l'arco di tempo nel quale essa figura presente sul territorio, applicando l'indice di diffusione riportato in Martini & Poldini (1995). Se da un lato tale indice non tiene conto di specifiche esigenze ecologiche che possono limitare la capacità di espansione di una determinata entità (ad esempio le idrofite esotiche vedono la loro invasività limitata dalla reale presenza di habitat favorevoli, che non sono in genere omogeneamente diffusi all'interno del reticolo cartografico), dall'altro esso permette, attraverso un calcolo elementare, di valutare la velocità di espansione di una specie in un determinato periodo di tempo, oppure di comparare la diffusione di una specie in diversi momenti o in differenti territori.

In base a queste semplici considerazioni, nel territorio considerato risultano particolarmente invasivi elementi come *Senecio inaequidens* (203 quadranti in 39 anni) o *Galinsoga ciliata* (221/51), mentre il contrario si può dire per *Hypericum calycinum* (6/114), *Celosia cristata* (6/137) o *Isatis tinctoria* (7/154).

Bibliografia

Bergamaschi G., 1853 – Peregrinazione statistico-fitologica fatta dal dottor Giuseppe Bergamaschi nelle valli Camonica, Seriana, Brembana. *Tipografia eredi Bizzoni*, Pavia.

De Carli C., Tagliaferri F. & Bona E., 1999 – Atlante corologico degli alberi e degli arbusti del territorio bresciano (Lombardia orientale). *Monografie di Natura Bresciana*, 23: 1-255.

Ehrendorfer F. & Hamann U., 1965 – Vorschläge zu einer floristichen Kartierung von Mitteleuropa. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*, 78: 35-50.

Fenaroli F. & Martini F., 1999 – La cartografia floristica del territorio bresciano (Lombardia orientale). *Supplement à la Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle*, 51 (1997): 71-79.

Ferlinghetti R. & Federici G., 1999 – La cartografia floristica nel Bergamasco: peculiarità, risultati e tutela ambientale. *Supplement à la Revue Valdôtaine d'Histoire Naturelle*, 51 (1997): 125-134.

Martini F. & Poldini L., 1995 – The hemerophytic Flora of Friuli-Venezia Giulia (N.E. Italy). *Flora Mediterranea*, 5: 229-246.

Rodegher E. & Venanzi G., 1894 – Prospetto della flora della Provincia di Bergamo. *Stab. Tipografico Sociale*, Treviglio.

Rota L., 1843 – Enumerazione delle piante fanerogame rare della Provincia di Bergamo. *Fusi*, Pavia.

Rota L., 1853 – Prospetto della flora della Provincia di Bergamo. *Mazzoleni*, Bergamo.

Zersi E., 1871 – Prospetto delle piante vascolari spontanee o comunemente coltivate nella Provincia di Brescia aggiunte le esotiche che hanno uso e nome volgare disposte in famiglie naturali. *Apollonio*, Brescia.

Fabrizio Martini
Dipartimento di Scienze della Vita, Università degli Studi di Trieste, Via Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italia
e-mail: martini@units.it
Enzo Bona & Franco Fenaroli
Centro Studi Naturalistici Bresciani, Via Ozanam 4, 25128 Brescia, Italia
Enzo Bona e-mail: enzo.bona@libero.it - Franco Fenaroli e-mail: ffenaroli@iol.it
Germano Federici & Giovanni Perico
Gruppo Flora Alpina Bergamasca, Via Crescenzi 82, 24123 Bergamo, Italia
Germano Federici e-mail: federgerma@libero.it - Giovanni Perico e-mail: mimmo.perico@tin.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Stefano Scali

Il problema delle introduzioni di anfibi e rettili in Italia e nel mondo

The amphibian and reptile introduction problem in Italy and in the World

Gli anfibi e i rettili sono stati oggetto di numerosi casi di introduzioni volontarie ed involontarie in Italia e nel resto del mondo e ciò ha provocato talvolta problemi di conservazione della fauna locale, come la riduzione della biodiversità a livello locale o l'estinzione di alcuni *taxa* entrati in competizione o direttamente predati dalle specie introdotte. Lo studio di queste invasioni biologiche è diventato quindi un argomento di primaria importanza per la tutela della diversità biologica e risulta necessario per la pianificazione delle strategie di conservazione (Ficetola *et al.*, 2008a).

In Italia sono frequenti i casi di abbandono o di fuga dall'allevamento di specie di anfibi e di rettili, ma di solito si tratta di singoli individui appartenenti a specie esotiche con scarsa probabilità di sopravvivenza e di acclimatazione nelle nostre regioni.

Tuttavia, alcune specie si sono dimostrate particolarmente resistenti e stanno creando problemi alla fauna locale, diffondendosi in ampi territori. Tra queste si possono ricordare la rana toro americana (*Lithobates catesbeianus*) e la testuggine dalle orecchie rosse (*Trachemys scripta*). La prima è stata introdotta in Italia negli anni '30 del secolo scorso in provincia di Mantova, subendo un'espansione, dovuta anche a successive traslocazioni ad opera di allevatori ed agricoltori motivate dalla volontà di sfruttarle per scopi alimentari (Albertini & Lanza, 1987). Nel 1987 erano note più di 160 località di presenza per la specie, che si riproduce regolarmente in Lombardia, Veneto, Piemonte, Emilia-Romagna, Toscana e Lazio. La sua presenza è stata accertata anche in Belgio, Francia, Germania, Grecia e in numerosi stati sud-americani e asiatici. Questa rana è dannosa per gli altri anfibi a causa della sua voracità e delle sue grandi dimensioni. Inoltre, si è rivelata un agente per la diffusione del fungo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Hanselmann *et al.*, 2004), causa di declino di numerosi anfibi nel mondo e, addirittura, di estinzioni di massa. Studi recenti hanno dimostrato l'origine delle popolazioni italiane da un numero molto limitato di fondatori (meno di sei femmine) (Ficetola *et al.*, 2008a), dimostrando la capacità di espansione e di radicamento nel territorio di questa specie alloctona.

L'introduzione di *T. scripta*, testuggine originaria del nord e centro America, allevata e venduta in tutto il mondo come animale da compagnia, negli ambienti naturali è frutto di rilasci di individui commercializzati; la specie si è diffusa capillarmente tanto da diventare, con la rana toro americana e il serpente gatto bruno (*Boiga irregularis*), una delle 100 specie aliene più invasive del mondo, secondo l'IUCN (Lowe *et al.*, 2000). In Europa, *T. scripta* è in competizione con l'autoctona *Emys orbicularis,* che ha subito un drastico declino in molte zone. Studi in corso stanno evidenziando la maggiore rapidità di termoregolazione della specie alloctona rispetto a quella autoctona, una possibile chiave di interpretazione per spiegarne la competitività (Macchi *et al.*, 2008). Negli ultimi anni è stata dimostrata anche la capacità della prima di riprodursi in molte aree di introduzione, a testimonianza della sua plasticità ecologica e della necessità di attuare serie politiche di controllo delle popolazioni e del commercio (Ficetola *et al.*, 2008b).

Oltre a quelle già citate, alcune specie hanno creato gravi problemi di conservazione in diversi luoghi, in particolare il rospo marino (*Rhinella marina*) e il serpente gatto bruno. Il rospo marino, originario del centro e sud America, è stato usato per la lotta biologica agli infestanti della canna da zucchero in molte isole tropicali, risultando estremamente pericoloso per molti predatori, non adattati alle potentissime tossine secrete per difesa da uova, larve ed adulti. In particolare, in Australia si è espanso dal 1935 alla velocità di circa 40 km all'anno, causando il decremento numerico di varani, serpenti, coccodrilli e piccoli mammiferi (Mayes *et al.*, 2005). Finora, l'unico limite alla sua espansione è dovuto alla sua incapacità di penetrare nelle zone forestali, ma le grandi superfici semidesertiche australiane costituiscono un habitat decisamente favorevole per questa specie. Attualmente è stato stimato un numero di circa 200 milioni di individui nella sola Australia, ma la specie è presente anche in Florida, Papua Nuova Guinea, Filippine, Giappone, in gran parte delle isole caraibiche e in molte isole dell'Oceano Pacifico.

B. irregularis, originario del sud-est asiatico è stato, invece oggetto di alcune introduzioni involontarie a causa di individui trasportati dagli aerei militari in altre basi del Pacifico. Particolarmente preoccupante è la situazione dell'isola di Guam, dove questo serpente arboricolo ha causato l'estinzione di 11 delle 12 specie di uccelli forestali endemici, oltre a due dei tre pipistrelli, a tre scinchi e due gechi autoctoni (Rodda & Fritts, 1992; Rodda *et al.*, 2002). *B. irregularis* ha causato a Guam anche ingenti danni economici (circa 4,5 milioni di dollari), dovuti ad oltre 1.600 interruzioni delle linee elettriche in venti anni, a causa di individui che entrano in contatto con le linee elettriche (Fritts, 2002). La specie è stata già osservata in numerosi altri stati, tra cui Texas, Giappone, Taiwan, Hawaii e Spagna, oltre ad altre isole dell'Oceano Pacifico. Grazie alla sua plasticità è in grado di adattarsi a condizioni molto variabili e può colonizzare nuove aree anche a causa della capacità delle femmine di ritenzione dello sperma. Già nel 1988 la stima del numero di individui presenti a Guam era di circa 12.000, sicuramente aumentati negli ultimi anni.

Per entrambe le specie sono in atto campagne di contenimento e di eradicazione che stanno avendo discreti risultati. Il rospo marino viene catturato in massa di notte sotto i lampioni, dove sono attirati dall'elevato numero di insetti. Per il controllo del serpente gatto bruno, invece, è stata proposta la posa di barriere fisse o temporanee che impediscano gli spostamenti degli animali, unita alla cattura manuale o con trappole e all'ausilio di cani (Engeman *et al.*, 1998; Atkinson & Atkinson, 2000; Rodda *et al.*, 2002; Rodda *et al.*, 2007).

A queste specie problematiche se ne aggiungono altre che potrebbero assumere un ruolo nel declino della biodiversità locale. Tra queste si può citare il varano del Nilo (*Varanus niloticus*) in Florida, presente con un migliaio di individui già nel 2005 e in continua espansione territoriale (Campbell, 2005), e le numerose specie introdotte sulle isole, dove i danni risultano normalmente più evidenti. È, ad esempio, il caso delle Hawaii, dove sono attualmente presenti 28 specie di rettili, di cui solo sei autoctone (un serpente marino e cinque tartarughe marine) a cui si sono aggiunti numerosi sauri (camaleonti, gechi e scinchi), serpenti (tra cui *B. irregularis*) e tartarughe (*Trionyx sinensis* e *T. steindachneri*, importate come fonte di cibo nell'800 da emigranti cinesi e giapponesi).

Bibliografia

Albertini G. & Lanza, B., 1987 – *Rana catesbeiana* Shaw, 1802 in Italy. *Alytes*, 6 (3-4): 117-129.

Atkinson I. A. E. & Atkinson T. J., 2000 – Land vertebrates as invasive species on islands served by the South Pacific Regional Environment Programme. In: Invasive Species in the Pacific: A Technical Review and Draft Regional Strategy. Sherley G. (ed.). *SPREP*, Samoa: 19-84.

Campbell T. S., 2005 – Eradication of introduced carnivorous lizards from Southwest Florida. *Final Report to the National Fish and Wildlife Foundation General Challenge Grant Program*, Washington: 1-30.

Engeman R. M., Linnell M. A., Pochop P. A. & Gamboa J., 1998 – Substantial reductions of brown tree snake *Boiga irregularis* populations in blocks of land on Guam through operational trapping. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 42: 167-171.

Ficetola G. F., Bonin L. & Miaud C., 2008a – Population genetics reveals origin and number of founders in a biological invasion. *Molecular Ecology*, 17: 773-782.

Ficetola G. F., Thuiller W. & Padoa-Schioppa E., 2008b – From introduction to the establishment of alien species: bioclimatic differences between presence and reproduction localities in the slider turtle. *Diversity and Distributions*, doi: 10.1111/j.1472-4642.2008.00516.x.

Fritts T. H., 2002 – Economic costs of electrical system instability and power outages caused by snakes on the Island of Guam. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 49: 93-100.

Hanselmann R., Rodríguez A., Lampo, M., Fajardo-Ramos L., Aguirre A. A., Kilpatrick A. M., Rodríguez J. P. & Daszak P., 2004 – Presence of an emerging pathogen of amphibians in introduced bullfrogs *Rana catesbeiana* in Venezuela. *Biological Conservation*, 120 (1): 115-119.

Lowe S., Browne M., Boudjelas S. & De Poorter M., 2000 – 100 of the World's worst invasive alien species. A selection from the Global Invasive Species Database. *IUCN*, Auckland: 1-12.

Macchi S., Balzarini L., Scali S., Martinoli A. & Tosi G., 2008 – Spatial competition for basking sites between the exotic slider *Trachemys scripta* and the European pond turtle *Emys orbicularis*. In: Herpetologia Sardiniae. Corti C. (ed.). *Edizioni Belvedere*, Latina: 338-340.

Mayes P. J., Thompson G. G. & Withers P. C., 2005 – Diet and foraging behaviour of the semi-aquatic *Varanus mertensi* (Reptilia: Varanidae). *Wildlife Research*, 32 (1): 67-74.

Rodda G. H., Farley J. L., Bischof R. & Reed R. N., 2007 – New developments in snake barrier technology: fly-ash covered wall offers a feasible alternative for permanent barriers to brown treesnakes (*Boiga irregularis*). *Herpetological Conservation and Biology*, 2 (2): 157-163.

Rodda G. H. & Fritts T. H., 1992 – The impact of the introduction of the colubrid snake *Boiga irregularis* on Guam's lizards. *Journal of Herpetology*, 26 (2): 166-174.

Rodda G. H., Fritts T. H., Campbell III E. W., Dean-Bradley K., Perry G. & Qualls C. P., 1992 – Practical concerns in the eradication of island snakes. In: Turning the tide: the eradication of invasive species. Veitch C. R. & Clout M. N. (eds.). *Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission*, 27.

Stefano Scali
Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
e-mail: stefano.scali@comune.milano.it

Francesco Sartori & Silvia Assini

Osservazioni su specie vegetali esotiche invasive lungo i fiumi padani

Observations on alien invasive plant species along rivers of the Po plain

Le situazioni ambientali caratterizzate da un costante disturbo naturale o antropico sono le più favorevoli all'espansione delle specie esotiche. Il fenomeno è particolarmente diffuso nelle zone di pianura, ove il disturbo antropico è rappresentato dagli insediamenti, dalle infrastrutture, dalle cave e dalle attività agricole; mentre il disturbo naturale è soprattutto concentrato lungo i grandi fiumi.

Nel complesso i corsi d'acqua sono eccellenti corridoi ecologici, lungo i quali si spostano le specie vegetali e animali di diversa provenienza geografica, compresa la componente esotica. Alcune specie vegetali esotiche restano confinate lungo i greti e le sponde fluviali che sono facilmente colonizzabili per la concomitanza di fattori favorevoli quali la ridotta concorrenza e la disponibilità di acqua e sostanze nutritive (Montanari & Guido, 1991). Altre specie esotiche si diffondono sul restante territorio, colonizzando ambiti agricoli o urbani oppure aree marginali.

La capacità di diffusione delle specie esotiche è varia. Secondo Richardson *et al.* (2000), sono considerate invasive le esotiche naturalizzate che possono diffondere i propri propaguli riproduttivi a notevoli distanze dai siti di introduzione e dalle piante madri (approssimativamente: più di 100 m in meno di 50 anni, per i *taxa* che si riproducono tramite semi; più di 6 m in meno di 3 anni, per i *taxa* che si diffondono vegetativamente); sono definite *transformers* le specie invasive che cambiano carattere, condizione, forma o natura dell'ecosistema.

I valori che definiscono l'invasività delle esotiche e la capacità di trasformazione degli ecosistemi da parte delle stesse sono condizionati sia dalle caratteristiche autoecologiche delle specie, sia dalle condizioni ambientali.

Scopo del presente lavoro è verificare la validità di tali valori e capacità in relazione a differenti situazioni ambientali e vegetazionali, considerando alcune specie che la letteratura cita come invasive e per le quali si hanno dati sinecologici (*Sicyos angulatus, Amorpha fruticosa, Humulus scandens, Solidago gigantea, Oenothera biennis* s.l., *Ambrosia artemisiifolia, Robinia pseudoacacia, Quercus rubra, Prunus serotina* ed eventualmente alcune infestanti dei coltivi). Gli habitat considerati saranno i saliceti a *Salix alba*, le ontanete ad *Alnus glutinosa*, le formazioni forestali spontanee di esotiche (planiziali), i querco-ulmeti, i pioppeti industriali ed eventualmente alcuni ambiti agricoli (risaie, campi di mais).

Saranno utilizzati i valori di abbondanza-dominanza delle specie considerate, desunti da rilievi fitosociologici dei differenti habitat analizzati, anche al fine di determinarne l'efficienza descrittiva della capacità invasiva delle specie considerate. Molto spesso, infatti, negli studi sulla diversità delle invasioni viene utilizzata come misura dell'invasione la ricchezza in specie esotiche, trovando che i tipi di vegetazione più suscettibili a essere invasi sono quelli più ricchi in specie e quelli mesofili (Crall *et al.*, 2006). Considerando le foreste riparie, oggetto anche del presente lavoro, Schnitzler *et al.* (2007) hanno analizzato i dati relativi a quelle europee, per indagare quali specie esotiche si sono stabilite con successo e quali caratteristiche di tali foreste le favoriscono, utilizzando proprio la ricchezza in specie delle comunità e la percentuale di esotiche.

La dominanza è però una importante misura di invasività perché l'effetto delle specie invadenti su una comunità vegetale nativa può essere proporzionale alla loro copertura in relazione a quella delle specie native. Inoltre la copertura assoluta (rispetto alla copertura relativa), utilizzata nel presente lavoro, si presta per confrontare le risposte di una specie invadente a siti di varia qualità ambientale (Lundholm & Douglas, 2004).

Bibliografia

Crall A. W., Newman G. J., Stohlgren T. J., Jarnevich C. S., Evandelista P. & Guenther D., 2006 – Evaluating dominance as a component of non-native species invasions. *Diversity and Distribution*, 12: 195-204.

Lundholm J. T. & Larson D. W., 2004 – Dominance as an overlooked measure of invader success. *Biological Invasions*, 6: 505-510.

Montanari C. & Guido M. A., 1991 – Piante americane negli ambienti fluviali italiani. In: Atti del convegno internazionale "Scambi floristici fra vecchio e nuovo, riflessi agro-selvicolturali e impatti naturalistico-ambientali e paesaggistici", 22-23 aprile 1991. *Comune di Genova, Fondazione regionale Cristoforo Colombo, Ente Fiera di Genova*, Genova: 239-254.

Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D & West C. J., 2000 – Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.

Schnitzler A., Hale B. W. & Alsum E. M., 2007 – Examining native and exotic species diversity in European riparian forests. *Biological Conservation*, 138: 146-156.

Francesco Sartori & Silvia Assini
Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Francesco Sartori e-mail: sartori@et.unipv.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Camilla Gotti, Nicola Baccetti, Alessandro Andreotti, Giancarlo Fracasso, Maurizio Sighele & Marco Zenatello

Banca dati degli uccelli alloctoni in Italia: motivazioni, criteri e analisi preliminare

Data bank of alien bird species in Italy: reasons, criterions and preparatory analysis

La diffusione delle specie animali e vegetali al di fuori del proprio areale naturale è, come noto, un problema conservazionistico di crescente rilevanza a livello globale per il possibile impatto sulle comunità autoctone. Gli uccelli, grazie soprattutto alla propria elevata vagilità individuale, offrono ormai numerosi esempi di diffusione irreparabilmente ampia. Nel contesto italiano l'attenzione sull'argomento non è nuova: sono già state compilate al riguardo alcune *review* sia generali, sia rivolte a singole specie o gruppi di specie. L'evidente espansione del fenomeno rende necessario un continuo aggiornamento dei dati. La costituzione di una banca dati degli uccelli alloctoni in Italia si prefigge appunto lo scopo di fornire un *database* che possa essere costantemente aggiornato, in grado di rendere disponibili informazioni utili a quanti si trovano nella necessità di effettuare scelte gestionali.

Nell'immediato futuro si dovrà tenere conto di una nuova difficoltà operativa: sempre più numerose sono le specie esotiche divenute relativamente abbondanti e diffuse sul territorio, oggetto di segnalazioni più o meno formali (ad esempio, tramite *forum* e *mailing list*, piuttosto che su riviste del settore) e, talvolta, neppure più ritenute meritevoli di essere segnalate. Non sempre, infatti, l'osservatore casuale è sufficientemente motivato a prendere nota dell'osservazione, evidentemente considerandola di "serie B" rispetto ad altre relative, per esempio, alla comparsa di individui accidentali. Obiettive difficoltà di identificazione, anche per mancanza di materiale bibliografico adeguato o per la presenza di forme ibride, possono aggiungersi alle cause di demotivazione di molti rilevatori. In molti casi, inoltre, sussiste una preoccupante, oggettiva e non facilmente risolvibile ambiguità interpretativa sul significato delle segnalazioni stesse: le presenze di uccelli esotici sono dovute a spostamenti naturali dall'areale di origine, a fenomeni di espansione degli areali di distribuzione "artificiali" esterni al territorio considerato, o ancora sono frutto di immissioni volontarie o fughe da allevamenti locali?

La costruzione della banca dati ha dovuto affrontare innanzitutto la difficoltà di elaborare *ex novo* i dati già considerati nelle precedenti *review* sull'argomento che, per quanto accurate, erano state concepite ai soli fini della produzione di testo e non uniformando i singoli dati in vista di interrogazioni e usi futuri.

Nella disamina del panorama bibliografico, facilitato dall'esistenza di sintesi preesistenti e da altre banche dati non mirate, si è prescelto di privilegiare come soggetto principale di ciascun *record* non la fonte consultata, bensì l'individuo (o gruppo di individui) di ciascuna specie oggetto di segnalazione. Le segnalazioni individuali sono state inserite nel *database* senza procedere alla valutazione dell'attendibilità dei dati immessi (per esempio, alla conferma della corretta identificazione da parte del rilevatore), nonostante solo una minima parte di essi fossero stati esaminati dalla COI (Commissione Ornitologica Italiana del CISO): un attento vaglio delle segnalazioni sarà necessario per il futuro.

Per quanto riguarda l'avanzamento del progetto, l'opera d'immissione dei dati ad oggi ha coperto per intero le segnalazioni elencate nelle *review* precedentemente pubblicate sulle principali riviste ornitologiche italiane, nonché tutti i dati pubblicati dalle stesse riviste nelle annate successive, fino a tutto il 2007. È ancora all'inizio, invece, l'esame retroattivo di alcune delle principali *mailing list*. I 3.600 *record* ad oggi inseriti si riferiscono a circa 200 specie, tenendo conto però che queste cifre comprendono alcuni evidenti casi di duplicazione (stesse segnalazioni riportate da fonti diverse). Ad una prima analisi, il quadro che emerge relativamente alle specie maggiormente segnalate riconferma, ovviamente, quanto già descritto nelle sintesi precedentemente elaborate.

Questo *database*, frutto di un finanziamento pubblico (MATT-Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare) e conservato presso un ente pubblico (ISPRA-Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ex INFS-Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica), verrà messo a disposizione della collettività. Ciò, tuttavia, non risolve il problema dell'incremento delle informazioni future. Potrà, infatti, proseguire l'archiviazione dei *record* in forma retroattiva, ma in assenza della concreta possibilità da parte delle potenziali reti di rilevamento di collaborare direttamente all'arricchimento del *database*, è probabile che gran parte delle informazioni continuino a non essere registrate. Un sito *web* che consenta ai rilevatori l'immissione diretta dei dati e la formulazione di semplici interrogazioni potrebbe potenziare in futuro l'utenza dello strumento.

Camilla Gotti, Nicola Baccetti, Alessandro Andreotti & Marco Zenatello
ISPRA, ex INFS, Via Ca' Fornacetta 9, 40064 Ozzano dell'Emilia (BO). Italia
Camilla Gotti e-mail: camilla.gotti@infs.it - Nicola Baccetti e-mail: nicola.baccetti@infs.it
Alessandro Andreotti e-mail: alessandro.andreotti@infs.it - Marco Zenatello e-mail: marco.zenatello@infs.it
Giancarlo Fracasso
Gruppo Nisoria, c/o Museo naturalistico ed archeologico, Chiostri di Santa Corona, Contrà Santa Corona 4, 36100 Vicenza, Italia
e-mail: giancarlo_fracasso@tin.it
Maurizio Sighele - EBN-Italia, Via Lungolorì 5A, 37127 Verona, Italia
e-mail: maudoc@ebnitalia.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Daniela Grande

Analisi dei fattori che inducono modificazioni delle comunità forestali insubriche ad opera di specie esotiche invasive

Analysis of factors inducing alteration by invasive alien species in Insubrian forest communities

Nella seconda metà del secolo scorso e in quello appena iniziato si sono registrate una serie di anomalie nei parametri meteo-climatici. In generale dal 1976 il *trend* di riscaldamento del pianeta è stato approssimativamente tre volte maggiore di quello registrato nei cento anni precedenti (WMO, 2002), e in particolare dal 1987 in poi sono stati registrati i valori più elevati di temperatura dall'inizio delle misurazioni meteorologiche. La causa di questo riscaldamento è imputabile al *greenhouse effect* o effetto serra (Spencer, 2003), fenomeno notevolmente incrementato dalle emissioni di gas definiti "serra" (CO_2, CH_4, ecc.) principalmente derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili e da cambiamenti nell'uso del suolo.

I fattori climatici notoriamente influenzano il ciclo biologico, il comportamento fisiologico e la produttività delle piante (Shaver *et al.*, 2000) e pertanto contribuiscono alla definizione dei loro areali di distribuzione; per questi motivi i fattori climatici condizionano composizione e distribuzione dei biomi a livello mondiale (Holdridge, 1947; Box, 1996). Con i cambiamenti climatici in atto, sono dunque attese variazioni su tutti i livelli della scala biologica (Kappelle *et al.*, 1999; Theurillat & Guisan, 2001). I fattori climatici, in concomitanza al trasporto antropogeno dei propaguli, sono stati spesso invocati come fattori che favoriscono l'insediamento e l'espansione delle specie esotiche negli ambienti naturali. Il riscaldamento globale in particolare è stato considerato responsabile di importanti modificazioni ambientali, come nel processo di "laurofillizzazione" dei boschi di latifoglie decidue ad opera di specie sempreverdi termicamente esigenti, descritto per la Svizzera (Walther, 2000a) e più in generale per il territorio Insubrico tra il Verbano e il Garda (Berger & Walther, 2006). Ma i cambiamenti climatici possono essere invocati come unica, o quantomeno principale, causa di radicali trasformazioni ecologiche quale quella della laurofillizzazione?

Per rispondere a questa domanda è stata impostata la modellizzazione ambientale del processo di invasione dei boschi di latifoglie ad opera di specie laurofille per il territorio della provincia di Varese (Lombardia occidentale). Dopo aver esplorato l'intera area di studio, sono stati individuati 72 siti con comunità forestali nei quali la presenza di laurofille non fosse trascurabile; nello specifico i siti prescelti dovevano presentare una copertura complessiva di laurofille maggiore di 1/8 della superficie rilevata (pari a 225 m^2) ed almeno una pianta di laurofilla alta più di 1 m. Impiegando la cartografia della vegetazione dell'area di studio (Tosi *et al.*, 2002), sono stati inoltre individuati casualmente altri 72 siti all'interno di boschi di latifoglie; per ciascuno di essi è stato verificato che il processo di laurofillizzazione non fosse in atto, utilizzando gli stessi criteri sopra esposti. Per ciascuno dei 144 siti sono state considerate variabili climatiche (distanza dai laghi, radiazione solare, temperatura e precipitazioni medie annuali), bioclimatiche (valore degli indici di Gams, Lang e Kira), ambientali (quota, tipo di substrato geologico) e infine legate al disturbo antropico (distanza dagli abitati e dalla rete stradale principale). L'eventuale laurofillizzazione in atto è stata quindi stimata utilizzando i GLM, tramite una procedura *backwise*.

Il processo di laurofillizzazione è stato riscontrato in modo generalizzato, ovvero ai danni di comunità forestali termofile (*Quercetalia pubescentis*), mesofile (*Fagetalia sylvaticae*, in particolare *Carpinion betuli*) e acidofile (*Quercetalia roboris*). La composizione floristica delle formazioni forestali in esame sembra però essere stata già fortemente alterata in passato, come dimostra la ricorrente presenza di *Robinia pseudoacacia* nello strato arboreo dominante; in altre parole, l'invasione della laurofille si configurerebbe come un secondo ciclo di degrado.

Le specie responsabili della laurofillizzazione sono risultate *Ilex aquifolium* e *Taxus baccata* tra le autoctone, *Buxus sempervirens*, *Laurus nobilis*, *Quercus ilex* e *Viburnum tinus*, tra le specie del bacino del mediterraneo; tra le esotiche le specie maggiormente ricorrenti sono state *Aucuba japonica*, *Cinnamomum glanduliferum*, *Elaeagnus pungens*, *Euonymus japonicus*, *Ligustrum lucidum*, *Ligustrum ovalifolium*, *Ligustrum sinense*, *Mahonia aquifolium*, *Prunus laurocerasus* e *Trachycarpus fortunei* e in subordine *Berberis bealei*, *Cephalotaxus fortunei*, *Cotoneaster salicifolius*, *Eriobotrya japonica*, *Euonymus lucidus*, *Hedera hibernica* e *Viburnum rhytidophyllum*. Le diverse specie non sembrano comunque essere legate a particolari condizioni ecologiche, tranne che per singoli casi, come *Ligustrum lucidum* assente nei boschi acidofili.

Il processo di laurofillizzazione dei boschi di latifoglie della provincia di Varese è risultato statisticamente legato alla maggior parte delle variabili considerate; ad esempio il processo sembra arrestarsi a quote maggiori di 527 m s.l.m. oppure a distanze dagli abitati superiori ai 182 m. Il modello finale ha tuttavia ristretto le variabili significative alle precipitazioni medie annuali (con coefficiente positivo), alla distanza dai laghi e alla distanza dagli abitati (entrambi con coefficienti negativi). Sulla base del modello analizzato è stato stimato che all'incirca il 20% dei boschi attualmente esistenti nella provincia di Varese è potenzialmente minacciato dal processo di laurofillizzazione con pesanti ripercussioni sul territorio sotto il profilo naturalistico, ecologico e paesaggistico. La laurofillizzazione infatti non comporta la sola sostituzione di specie autoctone con specie esotiche, ma anche il passaggio dal bioma delle foreste di latifoglie decidue a quello delle foreste di laurofille (oggi scarsamente presente sull'intero territorio nazionale) con presumibili profonde modificazioni, ad esempio, dei cicli biogeochimici, dei processi

pedogenetici e della disponibilità di habitat per organismi ad ogni livello della scala evolutiva.

Occorre tuttavia sottolineare come la distanza dagli abitati tra tutte sia risultata la variabile di maggior peso relativo. Si tratta di una variabile complessa, che da una parte racchiude la distanza dai centri di dispersione dei propaguli (giardini, parchi ecc.), ovvero dai centri di *foraging* dell'ornitofauna principale responsabile della diffusione di quasi tutte le specie di laurofille, e dall'altra è funzione inversa del grado di disturbo arrecato alla componente forestale.

In ultima analisi i fattori antropici diretti appaiono dello stesso ordine di grandezza dei cambiamenti climatici nel determinare il processo di laurofillizzazione del territorio insubrico. In effetti ciò può essere evidenziato anche dal fatto che l'aumento della densità di popolazione sul territorio della provincia di Varese o del Cantone Ticino, oppure la crescita del PIL *pro capite* in Italia e in Svizzera, sono di fatto largamente sovrapponibili alla diminuzione del numero medio di giorni con gelate riscontrato nel territorio svizzero, fattore quest'ultimo invocato per spiegare l'incremento di specie esotiche ivi riscontrato (Walther, 2000b). In definitiva la recente massiccia diffusione delle specie esotiche è legata sia ai cambiamenti climatici ma anche alla gestione forestale, come dimostrato da recenti studi sempre condotti in provincia di Varese (Brusa *et. al.*, in stampa), nonché all'urbanizzazione diffusa del territorio e agli stili di vita, che sono determinanti nell'incrementare il *pool* di piante madri da cui parte l'invasione degli ambienti naturali.

Bibliografia

Berger S. & Walther G. R., 2006 – Distribution of evergreen broad-leaved woody species in Insubria in relation to bedrock and precipitation. *Botanica Helvetica*, 116: 65-77.

Box E. O., 1996 – Plant functional types and climate at the global scale. *Journal of Vegetation Science*, 7: 309-320.

Brusa G., Sartori M. & Cerabolini B., in stampa – Analisi delle strategie riproduttive di una specie esotica invasiva, *Spiraea japonica* L., ai fini della pianificazione degli interventi di controllo. *Informatore Botanico Italiano*.

Holdridge L. R., 1947 – Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science*, 105: 367-368.

Kappelle M., Vuuren M. M. I. van & Baas P., 1999 – Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. *Biodiversity and Conservation*, 8: 1383-1397.

Shaver G. R., Canadell J., Chapin III F. S., Gurevitch J., Harte J., Henry G., Ineson P., Jonasson S., Melillo J., Pitelka L. & Rustad L., 2000 – Global warming and terrestrial ecosystems: a conceptual framework for analysis. *BioScience*, 50: 871-882.

Spencer W., 2003 – The Discovery of Global Warming. *Harvard University Press*, Cambridge.

Theurillat J. P. & Guisan A., 2001 – Potential impact of climate change on vegetation in the European Alps: A review. *Climatic Change*, 50: 77-109.

Tosi G., Zilio A., Cerabolini B., Raimondi B., Baratelli D., Chiarenzi B., Piccinini S., Scherini G., Viganò A. & Preatoni D., 2002 – Conoscenza delle risorse ambientali della Provincia di Varese. *Amministrazione Provinciale di Varese, Università degli Studi dell'Insubria*, Varese.

Walther G. R., 2000a – Laurophyllisation in Switzerland. PhD dissertation. *Swiss Federal Institute of Technology*, Zurich.

Walther G. R., 2000b – Climatic forcing on the dispersal of exotic species. *Phytocoenologia*, 30: 409-430.

WMO, 2002 – WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2002. WMO Press Release No. 684. *World Meteorological Organization*, Genève.

Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Daniela Grande
Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, 21100 Varese, Italia
Guido Brusa e-mail: guido.brusa@uninsubria.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Dario Savini & Anna Occhipinti-Ambrogi

Bad Moon Rising: il gambero rosso della Louisiana, una minaccia per gli ecosistemi acquatici della Lombardia

Bad Moon Rising: the Louisiana Red Swamp Crayfish, a threat to freshwater ecosystems in Lombardy

Introduzione

Il gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*) (Astacidea, Cambaridae), specie nativa del sud degli Stati Uniti e del Messico settentrionale, è stato introdotto volontariamente a scopo di allevamento in quasi tutto il mondo. Questo gambero è un ottimo esempio di specie r-stratega, con prole numerosa, vita breve, maturità precoce e ciclo vitale polivoltino (Gherardi, 2006). Trattandosi di un vorace predatore onnivoro opportunista, la sua presenza negli ambienti acquatici è spesso causa di forte perdita di biodiversità di fauna e flora native (Rodríguez *et al.*, 2005). Le prime segnalazioni e studi relativi a *P. clarkii* in Italia risalgono ai primi anni '90 del secolo scorso in Toscana (Gherardi, 2006) mentre, in Lombardia, le scarse informazioni disponibili (Groppali, 2003) individuano un primo focolaio di colonizzazione degli ambienti di risaia a partire dal 2000 nelle province di Milano, Pavia, Lodi e Cremona. Oggi, il gambero alloctono è un componente stanziale delle risaie della Lombardia e delle aree naturali limitrofe. A dimostrazione della pericolosità di questa specie si riportano in sintesi i risultati di un'indagine svolta a partire da settembre 2005, e tuttora in corso, nella Riserva Naturale Integrale Bosco Siro Negri, area protetta del Parco del Ticino in provincia di Pavia.

Materiali e Metodi

Area di studio - Il Bosco Siro Negri è una riserva inserita nel territorio del Parco Lombardo della Valle del Ticino, sito a Zerbolò (PV) e donato all'Università di Pavia nel 1967 dall'allora proprietario Giuseppe Negri. Dal 1974, con una legge regionale, il Bosco è stato classificato Zona A, ovvero Riserva Naturale Integrale di particolare interesse scientifico. Il bosco, di soli 11 ettari di estensione, è circondato da tre zone umide principali: il Fiume Ticino, il Canale Mangialochino e una lanca. Gli studi di popolazione sul gambero invasivo sono stati svolti all'interno di questa lanca. L'alveo del bacino è caratterizzato da una forma a C, con un braccio disposto a nord-ovest lungo circa 70 m, ampio circa 50 m, con profondità massima di 170 cm e un braccio disposto ad ovest di circa 50 m di lunghezza, ampio circa 12 m, con profondità massima di 50 cm. Un primo studio condotto nell'autunno 2005 (Savini, 2007) aveva identificato un'elevata diversità floristica e faunistica nel bacino. Si riportava la presenza di 5 idrofite sommerse (*Potamogeton natans*, *Potamogeton crispus*, *Lindernia* sp., *Lagarosiphon major*, *Myriophyllum spicatum*), di canneti misti lungo le sponde (*Phragmites australis, Cyperus glomeratus, Typha latifolia, Polygonum minus, Schoenoplectus tabernaemontani*) e di una fauna ittica rappresentata da 8 specie: *Esox lucius, Ictalurus melas, Lepomis gibbosus, Pseudorasbora parva, Rhodeus amarus, Gambusia affinis, Cobitis taenia bilineata e Tinca tinca.* Tra gli invertebrati acquatici le specie maggiormente rappresentate erano il mollusco bivalve *Unio* sp., il coleottero acquatico *Hydrophilus piceus* e il gasteropode *Viviparus contectus*, oltre al gambero invasivo *P. clarkii,* in quell'occasione da noi rinvenuto per la prima volta nell'area di studio.

Struttura di popolazione - Dall'autunno 2005 a fine luglio 2006 si è provveduto alla cattura sistematica di esemplari di *P. clarkii* mediante posizionamento di 18 nasse innescate con mangime umido (Savini, 2007). Le nasse sono state controllate settimanalmente, rimuovendo dall'ambiente gli esemplari catturati, i quali venivano immediatamente trasportati in laboratorio e surgelati alla temperatura di -18 °C, in attesa di successive analisi. Tutte le catture accessorie delle nasse (pesci, macroinvertebrati acquatici) erano registrate prima di liberare gli animali. I gamberi raccolti sono stati sottoposti alle seguenti analisi di laboratorio: misure biometriche (lunghezza totale, lunghezza cefalotorace, peso fresco sgocciolato), ripartizione sessuale, conta uova (femmine fecondate) e ricerca della componente fungina associata (Prof. Picco, Dr. Rodolfi - Sez. Micologia, Dip. Ecologia del Territorio).

Tassi di erbivorismo - In primavera e autunno 2007 sono stati allestiti 12 mesocosmi (acquari) sperimentali per la verifica dei tassi di erbivorismo di *P. clarkii* nei confronti di due idrofite sommerse: *L. major* e *P. natans.* Ciascun acquario è stato riempito di sedimento (circa 3 cm) contenente un'uguale biomassa (21 g, peso fresco) delle due specie di idrofite. Sono state così realizzate quattro repliche sperimentali contenenti piante e un gambero, quattro contenenti piante e due gamberi e quattro, di controllo, contenenti solo piante. I tassi di erbivorismo e la produzione di biomassa vegetale delle due specie di idrofite nelle vasche di controllo sono stati valutati per differenza di peso delle piante dopo 15 giorni. L'esperimento è stato effettuato con esemplari maschi (maggio 2007) e replicato con le femmine (settembre-ottobre 2007). I gamberi impiegati per lo studio sono stati catturati nei mesi precedenti gli esperimenti, selezionati in base alla taglia (lunghezza totale: circa 10 cm; peso: circa 50 g) e mantenuti in stabulazione *in loco* in ampie gabbie. Quarantotto ore prima dell'inizio dell'esperimento i gamberi sono stati privati del cibo in modo da standardizzarne i livelli di fame.

Analisi del contenuto stomacale - Un sub campione di 163 individui è stato sottoposto ad analisi del contenuto stomacale con il metodo di Correia (2003) modificato. Le classi di alimento ingerito dal gambero (animale, vegetale e detrito) sono state valutate in percentuale rispetto al volume medio degli stomaci, mediante identificazione allo stereomicroscopio su piastre Petri (Garzoli, 2006).

Indagini sulla componente fungina - Un sub campione di 36 esemplari è stato analizzato per la componente fungina (Oomycota) associata, facendo riferimento al protocollo

di Alderman & Polglase (1986), specifico per la diagnosi di *Aphanomyces astacii*, ma favorevole anche all'identificazione di altri *taxa* fungini potenzialmente patogeni e saprofiti.

Ricchezza floristica e faunistica - Nel corso del triennio 2005-2008 sono stati raccolti stagionalmente dati qualitativi sulle componenti floristiche e faunistiche del bacino. Sono state disegnate *in loco* mappe di distribuzione della flora acquatica e si è tenuto conto delle catture accessorie di vertebrati e invertebrati nelle nasse per gamberi.

Risultati e discussione

I dati di struttura di popolazione hanno dimostrato una completa acclimatazione della specie all'area di studio, con due periodi riproduttivi (aprile e settembre). In media, le femmine in questo ambiente producono 738 ±14 uova (n=7 individui), più di quanto riportato in bibliografia per l'Italia (circa 400 uova) (Gherardi, 2006). Le catture di esemplari sono state massime in periodo post riproduttivo (ottobre n=48; maggio n=68) in accordo con quanto riportato da Dörr *et al.* (2006). Le piccole dimensioni degli individui catturati (moda della distribuzione delle frequenze di taglia: 10,5 cm lunghezza totale), indicano la presenza di una popolazione piuttosto giovane (circa 1-2 anni) e in espansione, ipotesi confermata dal primo rinvenimento nell'agosto 2004 (Bogliani, com. pers.). A causa di un probabile elevato tasso di immigrazione dagli ambienti umidi circostanti (canali, Fiume Ticino, risaie), favorito dalla capacità del gambero a compiere lunghi percorsi sul terreno, la continua rimozione di esemplari non ha inciso a lungo termine sulla densità di popolazione. Gli esperimenti sui tassi di erbivorismo hanno dimostrato come un singolo individuo sia in grado di consumare da 10 g (maschi) a 30 g (femmine) di idrofite in 15 giorni. Nonostante gli esperimenti abbiano dimostrato una preferenza per *L. major*, un impatto ancora maggiore è esercitato nei confronti di *P. natans*, che ha mostrato un minor tasso di produzione nelle vasche di controllo. Sul campo, il confronto tra mappe di vegetazione compilate in autunno 2005 e 2007 mostra la totale scomparsa dalla lanca dell'idrofita *P. natans* e di altre due idrofite un tempo presenti, *Potamogeton crispus* e *Myriophyllum spicatum.* Dall'analisi delle catture accessoric, diminuite drasticamente già nel corso del primo anno di indagine, risulta come la rimozione delle idrofite possa aver determinato anche una forte riduzione della fauna acquatica. Le analisi del contenuto stomacale di *P. clarkii* confermano l'onnivoria e l'opportunismo di questa specie. I dati indicano un elevato consumo di materiale vegetale in primavera estate (47% della dieta) e di detrito/materia organica in decomposizione nei mesi invernali (75%). Il consumo d'invertebrati acquatici e giovani pesci risulta quantitativamente inferiore (10-20%), ma costante in tutte le stagioni. Le analisi sulla componente fungina associata a *P. clarkii,* sebbene non abbiano rilevato il fungo patogeno *Aphanomyces astacii*, hanno evidenziato una ricchissima comunità di funghi ubiquitari e polifagi (più di 25 *taxa*). Tali funghi sono in studio presso la Sezione di Micologia del Dipartimento di Ecologia del Territorio allo scopo di identificarne ruolo ecologico ed eventuale patogenicità. In conclusione, i dati raccolti in tre anni di studio, durante la fase di espansione della popolazione di *P. clarkii* a seguito del suo ingresso nella riserva, dimostrano un forte impatto ecologico nell'area. L'abbondanza di ambienti umidi artificiali (canali irrigui, risaie), comunemente colonizzati dal gambero, e d'importanti siti di conservazione della biodiversità (parchi naturali, SIC, ecc...) fa della Lombardia una delle regioni italiane a maggior rischio di invasione. Per questo motivo il titolo della presente comunicazione riprende quello della canzone "Bad Moon Rising" del gruppo rock "Creedence Clearwater Revival": "Si sta alzando in cielo una luna che non promette nulla di buono!" Numerosi contributi scientifici nazionali ed internazionali hanno ormai chiarito e quantificato il forte impatto ecologico di questa specie alloctona; risulta evidente come i "costi" del non intervento potrebbero, a breve, superare abbondantemente quelli di eventuali strategie di controllo.

Bibliografia

Alderman D. J. & Polglase J. L., 1986 – *Aphanomyces astacii*: isolation and culture. *Journal of Fish Desease,* 7: 401-405.

Correia P. A. C. M., 2003 – Food choice by the introduced crayfish *Procambarus clarkii*. *Annales Zoologici Fennici*, 40: 517-528.

Dörr A. J. M., La Porta G., Pedicillo G. & Lorenzoni M., 2006 – Biology of *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) in lake Trasimeno. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, 380-381: 1155-1168.

Garzoli L., 2006 – Analisi biometrica e del contenuto stomacale di *Procambarus clarkii*, gambero alloctono nella riserva naturale "Bosco Siro Negri" (Zerbolò, PV). Tesi Sperimentale di Laurea in Scienze Biologiche, Università degli Studi di Pavia.

Gherardi F., 2006 – Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology,* 39 (3): 175-191.

Groppali R., 2003 – Acclimatazione del gambero della Louisiana *Procambarus clarkii* (Girard) nella provincia di Pavia (Crustacea, Decapoda, Cambaridae). *Rivista Piemontese di Storia Naturale*, 24: 225-228.

Rodríguez C. F., Beícares E., Fernández-Alaíez M. & Fernández-Alaíez C., 2005 – Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. *Biological Invasion*s, 7: 75-85.

Savini D., 2007 – Rinvenimento della specie aliena invasiva *Procambarus clarkii* (Astacidea: Cambaridae) nella Riserva Naturale "Bosco Siro Negri" (Zerbolò, Pavia). *Studi Trentini di Scienze Naturali. Acta Biologica*, 83: 33-37.

Dario Savini & Anna Occhipinti-Ambrogi
Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Dario Savini e-mail: dario.savini@unipv.it - Anna Occhipinti-Ambrogi e-mail: occhipin@unipv.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Enrico Banfi & Gabriele Galasso

Diffusione e invasività della palma *Trachycarpus fortunei*

Spreading and invasiveness of the palm *Trachycarpus fortunei*

Il contingente delle introduzioni vegetali che hanno interessato l'area temperata con esito invasivo a breve o lunga risposta, a partire dalla seconda metà del secolo XVIII, include per massima parte provenienze temperate o euriterme e, in parte minore, estensioni secondarie di areali all'origine tropicali. Specularmente, le aliene interessate a questo processo afferiscono in modo largamente preponderante a famiglie "temperate". La regione mediterranea ospita un numero discreto di affermazioni tropicali e subtropicali, che, pur non costituendo quota significativa dell'esotismo invasivo in Europa, attestano in qualche modo la contiguità climatica fra area tropicale e temperato-calda.

La maggioranza delle famiglie con esponenti tropicali invasivi comprende generi e specie anche non strettamente tropicali (per es. Aizoaceae, Nyctaginaceae, Fabaceae, Apocynaceae, Solanaceae, Boraginaceae s.l. ecc.) e fra quelle tropicali in senso più stretto (Arecaceae), solo comportamenti avventiziali e localizzati, difficili da ritenere potenzialmente invasivi, si osservano in entità quali *Washingtonia robusta* (Sonora, Baja California), *Phoenix canariensis* (Canarie) e *Butia capitata* (S-Brasile, Uruguay, NE-Argentina), tutte climaticamente ai margini dell'area tropicale, se non addirittura attribuibili a clima temperato-caldo. Proprio riguardo a questa famiglia, di per sé irrilevante nel quadro xenofitico del nostro territorio, ricorderemo che in ambito mediterraneo è l'autoctona palma nana (*Chamaerops humilis*) ad assumere spesso, almeno su scala locale, il ruolo di specie invasiva, con la diffusione di *ferals* derivati dalla pianta in coltivazione, per altro in aperto contatto e scambio con gli *wild*, ove questi ultimi risultino sintopici (per es. tra Sassari e Alghero).

Ma le Arecaceae includono un piccolo ramo evolutivo diversificatosi in clima temperato-umido nel settore subhimalayano orientale (India, Cina e territori adiacenti) ed è bastato che una di queste discendenze, *Trachycarpus fortunei* (Hook.) H.Wendl., venisse introdotta in Europa per portare anche le palme alla ribalta dell'invasività.

La posizione filogenetica di *Trachycarpus* è stata recentemente chiarita attraverso sequenziazioni del DNA plastidiale (Asmussen & Chase, 2001) e nella più recente rielaborazione sistematica della famiglia, Dransfield *et al.* (2005) riconoscono la sottotribù monofiletica Rhapidinae (tribù Livistoneae, sottofamiglia Coryphoideae), includente, oltre a *Chamaerops* e *Trachycarpus*, altri 3 generi asiatici e 1 nordamericano.

Nel 1830 *T. fortunei* venne introdotta dal Giappone in Europa (Olanda) sotto il binomio *Chamaerops excelsa*, poi seguì una seconda introduzione in Inghilterra ad opera di Robert Fortune, che aveva raccolto semi da esemplari coltivati nell'isola di Zhoushan, al largo della costa orientale cinese. Questa specie non è nota allo stato *wild*, mentre in coltivazione e come *feral* essa mostra una distribuzione primaria in Cina centrale ed orientale. Caratterizzata da elevata variabilità dei tratti vegetativi, *T. fortunei* è una delle 8 specie di *Trachycarpus* oggi riconosciute (Govaerts & Dransfield, 2005), alcune delle quali scoperte e descritte negli ultimi 14 anni (Gibbons & Spanner, 1997, 1998; Gibbons *et al.*, 1995, 2003). Attualmente, la chiave per svelare il mistero sull'origine del *culton* sembra risiedere nella *sister T. takil* Becc. (India: Uttar Pradesh), morfologicamente uniforme e all'apparenza distinta da *T. fortunei* (sviluppo maggiore, feltro guainale in parte caduco, lamine fogliari grandi e rigide, ma soprattutto hastula ritorta anziché diritta), che forma una piccola popolazione *wild* nel territorio di Kumaon (Monte Thalkedar), del quale era considerata endemica. Indagini genetico-molecolari in corso (M. Gibbons, in litt.) mirano a definire il grado di conspecificità dei due e, possibilmente, svelare l'esistenza di un rapporto diretto di discendenza, via domesticazione, di *T. fortunei* da *T. takil*. A rinforzare l'ipotesi sta la recente scoperta in Cina di una piccola popolazione selvatica attribuibile a *T. takil* (N. Kembrey, in litt.), possibile testimone di un antico e più esteso areale E-himalayano della specie.

Se tutto ciò verrà dimostrato, si potrà pensare a una pregressa domesticazione di *T. takil* in Cina, indirizzata allo sfruttamento del feltro guainale, che in *T. fortunei* riveste permanentemente ed abbondantemente il tronco.

L'arrivo in Italia di *T. fortunei* non è documentato in modo univoco ed è molto probabile - come sempre accadeva nel passato - che la pianta sia pervenuta inizialmente a uno o più orti botanici delle nostre università. Ancora a decenni di distanza dall'originale approdo in Olanda e in Inghilterra, si riteneva che questa specie non fosse in grado di reggere gli inverni europei e che, alla pari delle altre palme in generale, dovesse essere messa al riparo durante la stagione critica; in ogni caso l'acclimatazione era ritenuta indispensabile. Quando sperimentalmente si accertò che non esistevano problemi di clima (ed è strano che nessuno l'avesse previsto, tenuto conto della provenienza), fu dato subito il via alla diffusione della specie nei parchi e nei giardini dell'Europa occidentale, centrale e meridionale. Un'ampia letteratura testimonia come nella seconda metà dell'Ottocento imperversassero le mode orientalistiche, che alimentavano la diffusione di una ricca flora, in gran parte cultigena, proveniente dall'Estremo Oriente: ciliegi e meli da fiore, magnolie, camellie, ortensie, viburni, forsizie, ligustri, weigele ecc. Anche *T. fortunei*, dunque, fu gratificata di questa attenzione, per emergere, quasi *symbol*, nel contesto architettonico dei parchi e dei giardini, in particolare quelli delle ville signorili che orlano le sponde dei laghi prealpini.

Tale diffusione interessò principalmente l'Insubria (intesa in senso ampio), cioè l'area includente Svizzera meridionale (Ticino e Grigioni), Piemonte nord-orientale (Verbano-Cusio-Ossola) e Lombardia prealpino-lacuale (Varese, Como, Lecco, Monza e Brianza, Sondrio, Bergamo, Brescia). Non che la pianta non raggiungesse anche il resto d'Italia, ma il clima insubrico, con estate oceanica e inverni miti (zona USDA 8: punte minime di gennaio difficilmente inferiori a -10 °C), si dimostrò corrispondere

meglio degli altri all'area d'origine della palma. Per quanto invece riguarda il territorio mediterraneo (regioni del centro-sud e isole), l'aridità estiva abbinata alle alte temperature costituisce l'ostacolo principale alla crescita di *T. fortunei*, che nonostante tutto viene spesso intercalata alle classiche palme delle alberature lungomare, con risultato disastroso; Licata (1993) al riguardo ricorda «è un genere che teme più il caldo che il freddo».

Nell'area di introduzione *T. fortunei* fiorisce e fruttifica normalmente, anche se non tutti gli anni, con l'impollinazione degli individui femminili (la specie è dioica, raramente poligamo-dioica) da parte di coleotteri, imenotteri e ditteri. Il frutto monospermo è allo stesso tempo disseminulo e presenta un pericarpo molto sottile, sebbene ricco di zuccheri e fibra; la dispersione è mediata da uccelli, ma avviene pure per caduta libera dalla pianta madre, sortendo rispettivamente due risultati, disseminazione a distanza e germinazione *in situ*.

Premesso che la specie è stata recentemente segnalata anche per la collina di Torino (Rota & Cavallo, 2007), in Svizzera, nell'Ossolano e in Lombardia occidentale (ed anche in Nuova Zelanda) *T. fortunei* è stata capace di superare le due ultime barriere di Pyšek *et al.* (2004), assumendo comportamento invasivo. Tale invasività è stata rilevata per tre differenti livelli di sviluppo: il primo, allo stadio di plantula dotata sia del solo eofillo sia delle successive foglie giovanili, interessa la disseminazione *in situ*, dove si osservano a volte veri e propri "prati" di plantule con oltre il 75% di copertura al suolo. È il risultato del coincidere di un tasso di fertilità intrinsecamente elevato e di condizioni eco-pedologiche ottimali, senza rilevanza sulla successione degli eventi invasivi. Il secondo livello, il più frequente, vede significative coperture della specie negli strati arbustivi dei boschi secondari, per lo più in compagnia di aliene a volte capaci persino di influenzare lo strato arboreo, come *Cinnamomum glanduliferum* attorno al lago di Varese. In casi limitati e nondimeno allarmanti, *T. fortunei* è stata vista sconfinare all'interno di boschi "buoni", a elevato grado di naturalità, inquadrabili complessivamente nell'ordine *Fagetalia*. Nel bosco, la palma cinese si comporta da sempreverde sciafila, sviluppando con estrema lentezza un tronco breve ed esile e una chioma di poche, grandi foglie verde scuro, in genere senza raggiungere la maturità riproduttiva. Infine il terzo livello è stato osservato dagli scriventi nel territorio a sud di Crevoladossola (VB): in ambiente collinare aperto, con substrato cristallino affiorante, si osservano gruppi di individui (2-20 per gruppo) attestati sulle conche di suolo, con l'aspetto di piccole oasi. Questi raggiungono diversi metri d'altezza, sviluppando tronchi regolari, fiorendo e producendo abbondanza di semi. Colpisce il fatto che i componenti di ogni gruppo appaiono significativamente coetanei e il *pattern* demografico ricorda quello di altre specie legnose diffuse da uccelli con l'abitudine di abbandonare sul terreno "a macchie di leopardo" i semi non consumati. In ogni caso l'interpretazione di situazioni come questa richiede un adeguato piano di ricerca atto a evidenziare le specificità e le interconnessioni fra le diverse realtà coinvolte, fatto che diventa sempre più indispensabile nel quadro del monitoraggio e della prevenzione dell'invasività.

Bibliografia

Asmussen C. B. & Chase M. W., 2001 – Coding and noncoding plastid DNA in palm systematic. *American Journal of Botany*, 88 (6): 1103-1117.

Dransfield J., Uhl N. V., Asmussen C. B., Baker W. J., Harley M. M. & Lewis C. E., 2005 – A new phylogenetic classification of the palm family, *Arecaceae*. *Kew Bulletin*, 60 (4): 559-569.

Gibbons M. & Spanner T. W., 1997 – *Trachycarpus oreophilus*: the Thailand *Trachycarpus*. *Principes*, 41 (4): 201-207.

Gibbons M. & Spanner T. W., 1998 – *Trachycarpus latisectus*: the Windamere palm. *Principes*, 42, (1): 24-29.

Gibbons M., Spanner T. W. & Chen S. Y., 1995 – *Trachycarpus princeps*, the stone gate palm, an exciting new species from China. *Principes*, 39 (2): 65-74.

Gibbons M., Spanner T. W., Nguyen V. D. & Anh P., 2003 – *Trachycarpus geminisectus*, the eight peaks fan palm, a new species from Vietnam. *Palms*, 47 (3): 143-148.

Govaerts R. & Dransfield J., 2005 – World checklist of palms. *Royal Botanic Gardens*, Kew.

Licata G., 1993 – Palme, specie ambientate in Italia. *Edi-Sar*, Cagliari.

Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004 – Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1): 131-143.

Rota F. & Cavallo O., 2007 – Nuovi dati sulla flora del territorio alla sinistra del Tanaro fra Alto Monferrato e Roero. *Alba Pompeia*, 26 (1): 5-55.

Enrico Banfi & Gabriele Galasso
Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
Enrico Banfi e-mail: parajubaea@gmail.com - Gabriele Galasso e-mail: gabriele.galasso@comune.milano.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Danilo Baratelli, Maurizio Casiraghi, Claudio Celada & Alessandra Gagliardi

Un nuovo passeriforme naturalizzato in Lombardia: *Paradoxornis* sp.

Paradoxornis sp.: a new naturalized passerine for Lombardy

La presenza diffusa di specie esotiche detenute a scopo amatoriale o per finalità commerciali è molto spesso la causa di episodi d'introduzione intenzionali o accidentali. È proprio questo il caso dell'introduzione dei panuri (*Paradoxornis* sp.) in provincia di Varese, avvenuta verosimilmente a seguito di un rilascio di circa 150 individui nel 1995 da parte di un commerciante locale di animali.

Nel mese di aprile del 1995 veniva segnalata per la prima volta la presenza di questo passeriforme di origine asiatica all'interno della Riserva Naturale Orientata Palude Brabbia (Boto *et al.,* 2000). Dalle diverse caratteristiche morfologiche osservate negli individui catturati presso la Stazione Ornitologica Palude Brabbia, inizialmente si pensò alla presenza di due specie distinte: panuro di Webb (*Paradoxornis webbianus*) e panuro golacenerina (*Paradoxornis alphonsianus*), ma la presenza di individui con una colorazione intermedia spinse a intraprendere studi più approfonditi per determinare l'esatta attribuzione specifica degli esemplari presenti. Nel 1999 la specie formava già all'interno della riserva colonie lasse durante il periodo riproduttivo e raggruppamenti in stormi di alcune decine di individui nel periodo post-riproduttivo (Boto *et al.,* 2000). I primi segnali di espansione risalgono a dicembre 1998, quando il panuro veniva osservato anche in due località sul Lago di Varese. A partire dal 2003 frequenti avvistamenti hanno dimostrato la presenza di panuri anche nelle località Bozza di Besozzo, sul Lago di Comabbio e nella Valle Bagnoli (Comune di Vergiate).

A partire dal 2005 è stata intrapresa, da parte di un gruppo di lavoro formato da Provincia di Varese, Stazione Ornitologica Palude Brabbia, LIPU, Università degli Studi di Milano-Bicocca e Università degli Studi dell'Insubria, un'indagine, tuttora in corso, finalizzata a quantificare la diffusione della popolazione sul territorio provinciale, ad approfondire le caratteristiche eco-etologiche della specie, ad indagare la complessa sistematica di questo gruppo di specie e a valutare i potenziali fattori di rischio derivanti, ad esempio, dalla competizione con specie autoctone, cercando di comprendere le motivazioni del successo di questa immissione e di spiegarne le dinamiche attuali e future.

Per valutare le differenze interspecifiche tra i *Paradoxornis* presenti nell'area di rilascio, sono state effettuate indagini molecolari (con i marcatori mitocondriali *cyt-b* e *coxI*), affiancate a studi morfometrici sugli individui catturati. I risultati di entrambe le indagini indicano una profonda omogeneità della popolazione indagata: le sequenze ottenute per entrambi i geni mitocondriali non hanno evidenziato alcuna differenza tra le due presunte specie e le forme intermedie; la stessa situazione è emersa dalle analisi morfometriche, non essendo stato possibile individuare alcuna correlazione significativa tra biometrie e presunta specie di appartenenza (Galimberti, 2006).

Per poter capire se, in quale modo e con quali specie autoctone il panuro possa entrare in competizione, è risultato di fondamentale importanza definire le caratteristiche ecologiche della specie, in particolare andando ad approfondire le conoscenze sull'utilizzo dello spazio e delle risorse trofiche nei diversi periodi dell'anno. Nell'ambito delle consuete attività di cattura e inanellamento a scopo scientifico, effettuate presso la Stazione Ornitologica Palude Brabbia, una frazione della popolazione (19 individui) è stata marcata mediante l'applicazione di radiotrasmettitori e monitorata mediante *radiotracking*, utilizzando sia la tecnica dell'*homing in* (in particolare nel periodo riproduttivo, per l'individuazione dei siti di deposizione), sia quella della triangolazione. Le localizzazioni sono state utilizzate per elaborazioni riguardanti la dinamica degli *home range* nelle diverse stagioni e per valutare l'utilizzo, da parte della specie, delle tipologie di habitat disponibili.

Dai dati finora elaborati emerge che gli individui possiedono *home range* che raggiungono dimensioni massime in inverno (circa 18 ha), probabilmente per una carenza di risorse alimentari, che portano gli animali ad esplorare territori più ampi, e che si riducono in primavera (circa 1 ha), in concomitanza con la stagione riproduttiva (Luoni *et al.,* in stampa). La specie è risultata strettamente legata alle zone umide con presenza di vegetazione erbacea (canneto e cariceto), boscaglie e arbusteti ripariali (alneti, saliceti arbustivi). Meno frequentemente utilizza boschi umidi di latifoglie, incolti erbacei e altre aree aperte. I nidi finora rinvenuti sono stati trovati in fitti cespugli di rovo, in aree al margine di zone a canneto. Gli individui, al di fuori della stagione riproduttiva, si riuniscono in gruppi di un numero variabile tra 30 e un centinaio, utilizzando per il riposo notturno posatoi su arbusti (salicone, salice cenerino) posti al limitare delle zone umide. In periodo invernale la frequentazione di zone boscate e di campi coltivati diventa più frequente. La selezione dell'habitat rilevata, apparentemente stretta e orientata verso le aree umide, non sembra essere presente nell'areale originario, dove il passeriforme è stanziale e frequenta territori che vanno dal livello del mare fino a 3.500 m di quota, occupando svariate tipologie ambientali, dagli arbusteti, ai campi coltivati, alle piantagioni, alle foreste mature.

Lo studio della dieta è stato effettuato mediante analisi di 211 campioni fecali, prelevati durante le attività di inanellamento e integrato con l'analisi di un campione di 23 contenuti stomacali di individui deceduti in rete durante le operazioni di cattura. Per valutare la possibilità di sovrapposizione di nicchia trofica del *Paradoxornis* con quella di specie autoctone che condividono le stesse tipologie di habitat, è stata indagata anche la dieta di 10 specie autoctone che frequentano nei diversi periodi dell'anno l'attuale area di presenza della specie. I risultati mostrano una dieta prevalentemente insettivora durante le stagioni primaverile e estiva, mentre durante l'inverno l'apporto di semi e bacche risulta predominante.

Per definire il quadro attuale di distribuzione della specie sono state effettuate ogni anno, sia durante la stagione primaverile, sia in periodo invernale, delle campagne di

monitoraggio attraverso censimenti su aree campione. In particolare, è stata monitorata una frazione rappresentativa del territorio limitrofo all'area di rilascio e potenzialmente colonizzabile dalla specie. La distribuzione è per il momento circoscritta alle sponde del Lago di Varese e alla confinante Palude Brabbia, con piccoli nuclei in corrispondenza di due altre aree umide: in località Bozza di Besozzo, lungo la porzione meridionale del Lago di Comabbio (in continuità di habitat con la Palude Brabbia) e, più a sud, nella località Valle Bagnoli, un'area umida isolata rispetto alle precedenti, ad una distanza di circa 12 km rispetto al punto di rilascio.

L'analisi dei dati delle operazioni di cattura-marcatura-ricattura, iniziate in seguito ai primi segnali di espansione del nucleo immesso, è attualmente in corso e permetterà di definire i parametri demografici e valutare il *trend* della popolazione studiata. La consistenza numerica della popolazione, a 12 anni dal rilascio, è attualmente stimata in circa 2.000-4.000 individui. La dinamica di espansione territoriale finora osservata (permanenza nell'area del rilascio e colonizzazione di aree contigue dal punto di vista ambientale fino al 2002, colonizzazione di un nuovo territorio isolato nel 2003) lascia ipotizzare una capacità di colonizzazione di nuovi territori da parte della specie apparentemente lenta. L'espansione sembra avvenire più facilmente lungo corridoi caratterizzati dalla presenza di aree umide.

Un'analisi dei dati di presenza/assenza della specie abbinata allo studio delle caratteristiche ambientali associate ai dati (tipologie di habitat preferite ed evitate, altimetria, presenza di aree urbanizzate, rete viaria, laghi e fiumi, ecc.) rappresenta un utile strumento per individuare la presenza e la distribuzione nel territorio indagato di possibili barriere o corridoi utilizzabili dalla specie per una futura espansione geografica. Tali informazioni, associate ad altri parametri derivanti dallo studio sulla demografia e sul *trend* della popolazione e all'entità del *propagule pressure* rappresentano le basi per lo sviluppo di un modello in grado di predire la futura espansione della specie.

Bibliografia

Boto A., Viganò A., Rubolini D., Alberti P. & Guenzani W., 2000 – A newly acclimatized species for Italy: the Ashy-throated Parrotbill, *Paradoxornis alphonsianus*. *Rivista italiana di Ornitologia*, 70: 73-75.

Galimberti, 2006 – Dilemma tassonomico in specie alloctone invasive: il caso di *Paradoxornis webbianus* e *P. alphonsianus* nella Riserva Naturale Palude Brabbia. *Tesi di laurea Specialistica Università degli Studi di Milano-Bicocca*.

Luoni F., Gagliardi A. & Tosi G., in stampa – Caratterizzazione eco-etologica delle specie alloctone panuro di Webb *Paradoxornis webbianus* e panuro golacenerina *Paradoxornis alphonsianus* tramite l'uso del *radio-tracking*. *Atti XIV Convegno Italiano di Ornitologia*, Trieste (26-30 settembre 2007).

Danilo Baratelli
Settore Ambiente, Ecologia ed Energia, Provincia di Varese, Via Pasubio 6, 21100 Varese, Italia
e-mail: dbaratelli@provincia.va.it
Maurizio Casiraghi
Dipartimento di Biotecnologie e Bioscienze, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Piazza della Scienza 2, 20126 Milano, Italia
e-mail: maurizio.casiraghi@unimib.it
Claudio Celada
Dipartimento Conservazione della Natura, Lega Italiana Protezione Uccelli, Via Trento 49, 43100 Parma, Italia
e-mail: claudio.celada@lipu.it
Alessandra Gagliardi
Dipartimento Ambiente-Salute-Sicurezza, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, 21100 Varese, Italia
e-mail: alessandra.gagliardi@uninsubria.it

Sandro Bertolino & Lucas Wauters

Worldwide and national Squirrel introductions: threats and strategies of prevention

La problematica delle introduzioni di scoiattoli a livello mondiale e italiano: impatti e strategie di prevenzione

Introduction

Human-mediated introduction of species into new areas is considered one of the most important threats to biodiversity and a major cause of extinction of many *taxa* (Olden *et al.*, 2004). To reverse this trend the best strategy should be based on a hierarchical approach that comprises: prevention of new introduction; prompt eradication of newly established species; spatial containment and/or a population control campaign (Wittenberg & Cox, 2001).

Squirrels are amongst the most frequently and widely introduced mammals, for hunting or as ornamental species. Thus, they can be used as a model to (i) develop a prevention strategy through a retrospective analysis of previous introductions; (ii) evaluate the need for a rapid intervention when species are already established; (iii) discuss problems related to an effective strategy of species containment in cases where the alien has colonised large areas.

Prevention

Squirrels have been introduced worldwide and many species represent a threat to biodiversity and produce a serious impact on forestry (Long, 2003; Bertolino & Genovesi, 2005). In a recent study, Bertolino (submitted) analysed a dataset on worldwide Squirrel introductions to locate the relative pathways and determine the factors correlated with species establishment. Out of 245 introduction events with 20 species, 198 were successful. Introductions reached their peak between 1900 and 1930, but the phenomenon is still important, with 15-20 new introductions every 10 years. The genera that were most frequently introduced into other bio-geographical regions were *Sciurus*, *Tamias*, and *Callosciurus*. Europe was the main recipient of species from other bio-geographical regions. Nowadays the most frequent vector of Squirrel introductions is the pet market and the maintenance of animals by private citizens and zoos.

The likelihood of Squirrel establishments sharply increased with a low propagule pressure and species of the genera *Sciurus* and *Callosciurus* established a new population from one couple of animals in more than 50% of the events. Conversely, establishment success decreased when the latitudinal distance between the recipient area and the native range of the species increased and the likelihood of establishment was below 50% with a latitudinal distance > 35°.

A risk analysis model for the likelihood of establishment of introduced Squirrel species could be carried out according to the results of this study. A preventive screening should take into consideration that just few Squirrels are able to originate new populations when the latitude of the area of introduction is not too distant from that of the native range.

Eradication and control

In Italy three exotic Squirrel species have been introduced: the American Grey Squirrel *Sciurus carolinensis* (3 populations), the Asiatic Siberian Chipmunk *Eutamias sibiricus* (3 populations) and Finlayson Squirrel *Callosciurus finlaysonii* (2 populations) (Bertolino & Genovesi, 2005). The most harmful species is the Grey Squirrel, which was previously introduced in Europe also in Great Britain and Ireland (Gurnell & Pepper, 1993). In all these countries the rapid spread of the alien species coincided with a dramatic decline in range of the native Red Squirrel *Sciurus vulgaris* (Gurnell, 1987; Wauters *et al.*, 1997).

The Grey Squirrel uses the same food resources and has similar space use and activity patterns as the Red Squirrel (Wauters *et al.*, 2002a). However, Grey Squirrels are able to digest acorns more efficiently than Red Squirrels and feed on these seeds more intensively than the native species. Grey Squirrels could also pilfer seeds scatterhoarded by the congener that are important to overwinter in a good condition (Wauters *et al.*, 2002b). The competition for food results in a reduced body growth, lower juvenile recruitment and reproductive success, which cause a decline in the population densities and local extinctions of Red Squirrels (Wauters *et al.* 2005). In Great Britain, the competitive exclusion between these two species is also mediated by a Squirrel Poxvirus, which causes a lethal disease in Red Squirrels while Grey Squirrels are resistant and act as a vector (Gurnell *et al.*, 2006).

Considering the risk for the conservation of the Red Squirrel, an action plan for the removal of the Grey Squirrel from Italy was proposed in 1997. However, a trial eradication started as a pilot-study was stopped by a recourse to the court from animal right groups and no other action has been undertaken since (Bertolino & Genovesi, 2003).

A spread of the species from Italy into other European countries must be considered likely in the absence of any management activities. To illustrate this, models have been used to predict the potential expansion of the Grey Squirrel from Italy into neighbouring countries (Bertolino *et al.*, submitted). Simulations started with the known Grey Squirrel distributions in 1996 and modelled the spread for the next 100 years. According to a worst case scenario, in 20 years (2016) the Grey Squirrels are predicted to colonise the western Alps in the provinces of Turin and Cuneo, and in about 30 years (2026) they will reach France through the Alps. The population in Lombardy will take only 20 years to colonise the area along the River Ticino and the Lake Maggiore, and first populations in Switzerland are predicted in 2031. Using simulations of different control strategies, the rapid eradication of the population in Lombardy would remove the risk of invasion of Switzerland for the next 100 years (Tattoni *et al.*, 2006; Bertolino *et al.*, submit-

ted). In 2006 a detailed action plan for the eradication of the Grey Squirrel population along the Ticino was proposed, to eliminate the risk for Switzerland and to evaluate the possibility to remove the other populations in Italy. Simulations suggested that an efficient control of the Grey Squirrel is possible and mainly determined by the spatial distribution and woodland size of the target control areas (Tattoni *et al.*, 2005, 2006). However, immediate actions must be taken, since delay in Grey Squirrel control will result in the population increasing and spreading, which makes the problems of successful containment more difficult.

Toward a global strategy

The results of the simulations presented suggest that species introduced into one country can easily spread to neighbouring States. Thus, facing the threat posed by the introduction of species needs a international co-ordinated policy; for this reason a European strategy on invasive alien species has been proposed (Genovesi & Shine, 2004).

Priority should be given to prevention, developing screening systems of species that could enter Europe and Italy. Among Squirrels, species already established in the continent, or that has a high probability to establish, should be banned from the animal-trade. In case that prevention fails, prompt eradication of the introduced species should be considered. The experience gained with the Grey Squirrel could help in developing an appropriate strategy, also in relation of the social acceptance of the intervention (Bertolino & Genovesi, 2003). Priority should be given to eradicate populations more likely to expand into new countries, like the Grey Squirrels along the Ticino River and in pre-alpine areas of Lombardy.

References

Bertolino S. & Genovesi P., 2003 – Spread and attempted eradication of the grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Italy, and consequences for the red squirrel (*Sciurus vulgaris*) in Eurasia. *Biological Conservation*, 109: 351-358.

Bertolino S. & Genovesi P., 2005 – The application of the European strategy on invasive alien species: an example with introduced squirrels. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 16: 59-69.

Bertolino S., Lurz P. W. W., Sanderson R. & Rushton S., submitted – Predicting the spread of the american grey squirrel (*Sciurus carolinensis*) in Europe: a call for a coordinated European approach. *Biological Conservation.*

Genovesi P. & Shine C., 2004 – European Strategy on Invasive Alien Species. Nature and Environment, n. 137. *Council of Europe publishing*, Strasbourg.

Gurnell J., 1987 – The natural history of squirrels. *Helm*, London.

Gurnell J. & Pepper H., 1993 – A critical look at conserving the British red squirrel *(Sciurus vulgaris*). *Mammal Review*, 23: 127-137.

Gurnell J., Rushton S. P., Lurz P. W. W., Sainsbury A. W., Nettleton P., Shirley M. D. F., Bruemmer C. & Geddes N., 2006 – Squirrel poxvirus: Landscape scale strategies for managing disease threat. *Biological Conservation*, 131: 287-295.

Long J. L., 2003 – Introduced Mammals of the World. *CABI & CSIRO publishing*, .

Olden J. D, Poff N. L, Douglas M. R, Douglas M. E. & Fausch K. D., 2004 – Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology & Evolution, 19*: 18-24.

Tattoni C., Preatoni D., Martinoli A., Bertolino S. & Wauters L. A., 2005 – Application of modelling tecniques to manage a population of gray squirrels (*Sciurus carolinensis*) in Lombardy, northern Italy, and analysis of parameters estimates used in simulations. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 16: 99-112.

Tattoni C., Preatoni D., Lurz P. W. W., Rushton S. P., Tosi G., Martinoli A., Bertolino S. & Wauters, L. A., 2006 – Modelling the expansion of grey squirrels (*Sciurus carolinensis*) in Lombardy, Northern Italy: implications for squirrel control. *Biological Invasions*, 8: 1605-1619.

Wauters L. A., Gurnell J., Martinoli A. & Tosi G., 2002a – Interspecific competition between native Eurasian red squirrels and alien grey squirrels: does resource competition occur? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 52: 332-341.

Wauters L. A., Tosi G. & Gurnell J., 2002b – Interspecific competition in tree squirrels: do introduced gray squirrels (*Sciurus carolinensis*) deplete tree seeds hoarded by red squirrels (*Sciurus vulgaris*)? *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 51: 360-367.

Wauters L. A., Tosi G. & Gurnell J., 2005 – A review of the competitive effects of alien gray squirrels on behaviour, activity and habitat use of red squirrels in mixed, deciduous woodland in Italy. *Hystrix Italian Journal of Mammalogy*, 16: 27-40.

Wauters L. A., Currado I., Mazzoglio P. J. & Gurnell J., 1997 – Replacement of red squirrels by introduced grey squirrels in Italy: evidence from a distribution survey. In: The conservation of red squirrels, *Sciurus vulgaris* L. Gurnell J. & Lurz P. W. W. (eds.). *People Trust for Endangered Species*, London: 79-88.

Williamson M., 2006 – Explaining and predicting the success of invading species at different stages of invasion. *Biological Invasions*, 8: 1561-1568.

Wittenberg R. & Cock M. J. W., 2001 – Invasive alien species: a toolkit of best prevention and management practices. *CABI Publishing*, Wallingford, Oxon.

Sandro Bertolino
DIVAPRA Entomologia e Zoologia, Università degli Studi di Torino, Via Leonardo da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italia
e-mail: sandro.bertolino@unito.it
Lucas Wauters
Dipartimento Ambiente-Salute-Sicurezza, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, 21100 Varese, Italia
e-mail: lucas.wauters@uninsubria.it

Piero Genovesi

Quale politica per rispondere alle invasioni biologiche?
What policy to respond to biological invasions?

L'introduzione di specie alloctone è un fenomeno in rapida crescita in tutti i gruppi tassonomici ed in tutti gli ecosistemi, a causa fondamentalmente della globalizzazione delle economie, che ha determinato un aumento esponenziale dei trasporti, del commercio e del turismo. Questo fenomeno causa rilevanti impatti sia alla diversità biologica, sia all'economia ed alla qualità della vita dell'uomo. I risultati del programma DAISIE (www.europe-aliens.org) hanno confermato che le invasioni biologiche sono in rapido aumento in Europa in tutti i gruppi tassonomici ed in tutti gli ecosistemi, con tassi di crescita esponenziale del numero di nuove specie, e crescenti impatti sia alla diversità biologica, sia all'economia ed al benessere dell'Europa.

Molte specie endemiche europee sono, infatti, direttamente minacciate da specie alloctone (per esempio: il gobbo rugginoso *Oxyura leucocephala* minacciato dal gobbo della Giamaica *O. jamaicensis* per ibridazione, o il raro visone europeo *Mustela lutreola* minacciato dal visone americano *M. vison*). Gli effetti delle introduzioni possono anche estendersi agli impatti sanitari, come nel caso della zanzara tigre *Aedes albopictus*, vettore di diverse gravi malattie.

Appare quindi evidente l'urgenza di intervenire per mitigare gli impatti di questa minaccia, diminuendo il numero di nuove introduzioni e mitigando gli effetti delle specie alloctone già introdotte nel nostro continente.

Un'efficace politica in materia di specie alloctone, come sottolineato dai principi guida adottati in ambito Convenzione per la Diversità Biologica (CBD) (Decision VI/23, The Hague, April 2002), dovrebbe basarsi su un approccio gerarchico: priorità alla prevenzione di ulteriori introduzioni; eradicazione dei nuclei introdotti quando la prevenzione fallisce, controllo e contenimento geografico delle specie naturalizzate quando opportuno (Wittenberg & Cock, 2001). Al fine di promuovere un'applicazione organica e coordinata di questi principi a scala europea, la Convenzione di Berna ha predisposto una strategia pan-Europea (Genovesi & Shine, 2004), che è stata approvata formalmente dai paesi europei e dalla Commissione Europea nel dicembre 2003. La quinta Conferenza Ministeriale Europea per l'ambiente (Kyiv Resolution on Biodiversity) ha quindi chiamato i paesi Europei ad adottare piani d'azione nazionali basati sulla strategia pan-Europea. Più recentemente la Commissione Europea ha circolato una comunicazione ufficiale (Communication from the Commission on Halting the Loss of Biodiversity by 2010 and Beyond), dove si chiede ai paesi membri di sviluppare strategie nazionali sulle specie alloctone invasive per il 2007, e di implementarle entro il 2010, tenendo conto della già citata Strategia Europea. Recentemente, la Commissione Europea ha anche preso il formale impegno a sviluppare una politica regionale su questa materia, che dovrà basarsi sui principi della Strategia Europea.

Purtroppo una analisi delle capacità di risposta attuale dell'Europa evidenzia che la nostra regione è molto indietro rispetto ad altre aree sviluppate del mondo in questo settore. Ad esempio, nonostante l'elevato livello tecnico-scientifico dei paesi europei e le rilevanti risorse finanziarie disponibili in ambito europeo, nella nostra regione sono stati realizzati meno programmi di eradicazione rispetto ad altre aree del mondo, ed ai tempi di risposta alle nuove invasioni, che spesso nei Paesi europei sono talmente ritardati da rendere inefficaci le risposte (Genovesi, 2005a).

L'Europa deve quindi significativamente aumentare la propria capacità di risposta, e per questo fine è necessario sviluppare politiche nazionali e regionali, coordinate ed integrate in un sistema regionale di azione.

Come tradurre gli impegni formali in misure concrete? Va innanzitutto sottolineato che una efficace politica in materia di invasioni biologiche richiede il coinvolgimento dei diversi settori della società a diverso titolo collegati allo spostamento di organismi viventi (es. turismo, trasporti, orticoltura, attività forestali, controllo biologico, attività venatoria, ecc...). Inoltre, considerata la complessità delle misure necessarie, occorre adottare un approccio integrato, basato cioè su una combinazione di misure regolamentative (quali alcune restrizioni del commercio) e volontarie (come ad esempio codici di condotta responsabile delle attività a maggiore rischio, campagne di informazione di alcune categorie sociali, ecc...) (Genovesi, 2005b, 2007; Genovesi & Scalera, 2007; Genovesi & Shine, 2004).

Considerato comunque che nessuna politica di prevenzione potrà arrestare completamente le introduzioni di specie alloctone, appare evidente che un'efficace politica in materia d'invasioni biologiche deve anche sviluppare un sistema di rapida identificazione dei nuovi nuclei e di risposta rapida alle invasioni. È, infatti, nelle prime fasi delle invasioni che le risposte sono più efficaci ed applicabili, e molti casi confermano come uno dei principali limiti dell'azione in materia di invasioni biologiche in Europa è stato il ritardo nella segnalazione dei nuovi casi di introduzione, e la lentezza nell'attivazione delle necessarie misure di intervento (Genovesi, 2007).

Va sottolineato che, poiché l'Europa è caratterizzata da un sistema di libero mercato, è evidente che alcune azioni (per esempio di regolamentazione del commercio e dell'importazione di specie alloctone) possono essere efficacemente affrontate solo a livello comunitario (Miller *et al.*, 2006). Tuttavia la scala delle problematiche collegate alle invasioni biologiche non deve rappresentare una scusa per non agire a livello nazionale o locale, ma al contrario deve rappresentare uno stimolo perché tutti gli enti e le istituzioni a diverso titolo competenti in materia (ministeri, altre istituzioni nazionali, enti locali, aree protette, ecc...) intervengano nei loro rispettivi ambiti di responsabilità. Per questo andrà analizzato il quadro di ripartizione dei ruoli e delle responsabilità dei diversi organismi pubblici e privati italiani in materia di specie alloctone, evidenziando e risolvendo i fattori che

limitano la capacità d'intervento dei diversi enti.

Infine, il mondo della ricerca può e deve svolgere un ruolo chiave in questa materia, raccogliendo informazioni sempre più dettagliate sia sulle specie alloctone, ma anche sui meccanismi delle invasioni biologiche, perché la base di conoscenze rappresenta un elemento fondamentale per mettere in atto risposte efficaci. In questo senso sono essenziali strumenti di circolazione delle informazioni (ad esempio con banche dati *web based*) che devono assicurare la rapidità, affidabilità ed efficacia dello scambio di dati.

Appare oramai urgente ed inderogabile che tutti i diversi settori tecnici, amministrativi e politici del nostro Paese collaborino per sviluppare una politica nazionale su questa materia, che permetta in futuro di assicurare una risposta più efficace alle sfide poste dalle invasioni biologiche.

Bibliografia

Genovesi P., 2005a – Eradications of invasive alien species in Europe: a review. *Biological Invasions*, 7 (1): 127-133.

Genovesi P., 2005b – A strategy to prevent and mitigate the impacts posed by invasive alien species in Europe. In: Biological Invasions - from Ecology to Control. Nentwig W., Bacher S., Cook M. J. W., Dietz H., Gigon A. & Wittenberg R. (eds.). *Neobiota*, 6: 145-147.

Genovesi P., 2007 – Towards a European strategy to halt biological invasions in inland waters. In: Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats. Gherardi F. (ed.). *Invading Nature - Springer Series in Invasion Ecology*, 2: 627-638.

Genovesi P. & Scalera R., 2007 – Assessment of Existing Lists of Invasive Alien Species for Europe, with particular focus on species entering Europe through trade and proposed responses, Council of Europe, T-PVS/Inf (2007) 2. *Consiglio d'Europa*, Strasburgo.

Genovesi P. & Shine C., 2004 – European Strategy on Invasive Alien Species. Nature and Environment, n. 137. *Council of Europe publishing*, Strasbourg.

Miller C., Kettunen M. & Shine C., 2006 – Scope options for EU action on invasive alien species (IAS). Final report for the European Commission. *Institute for European Environmental Policy (IEEP)*, Brussels.

Wittenberg R. & Cock M., 2001 – Invasive Alien Species: a Toolkit of Best Prevention and Management Practices. *GISP/CAB International*, Wallingford.

Piero Genovesi
ISPRA, ex INSF, Via Ca' Fornacetta 9, 40064 Ozzano dell'Emilia (BO), Italia
e-mail: piero.genovesi@infs.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Bernardo Zilletti, Laura Capdevila-Argüelles & Víctor A. Suárez Álvarez

Strategie e azioni per il controllo delle specie alloctone in Spagna

Strategies and actions for the control of alien species in Spain

La preoccupazione per le invasioni biologiche in Spagna è abbastanza recente nonostante la ricchezza di biodiversità autoctona e le conseguenze ambientali negative causate dalle specie esotiche invasive (SEI). La mancanza di percezione delle SEI come "fattore di rischio" ha condizionato seriamente la messa in pratica e il risultato delle iniziative portate avanti nel passato per frenare il loro impatto negativo, limitandosi unicamente ad azioni puntuali contro alcune delle specie presenti (per esempio il controllo di *Oxyura jamaicensis*). Le iniziative internazionali dell'ultima decade, come quelle della Convenzione sulla Diversità Biologica, della Convenzione di Berna, della IUCN, ecc. e l'allarme, lanciato a livello nazionale da parte di alcuni gruppi conservazionisti e ricercatori isolati, ha promosso una maggiore implicazione delle autorità statali e regionali per promuovere azioni dirette a far fronte al problema delle SEI.

Gli studi e le pubblicazioni sulle invasioni biologiche si sono moltiplicati negli ultimi anni. Le piante alloctone sono state in generale il gruppo di organismi più studiato e i lavori pubblicati, pur con differente livello di dettaglio, forniscono informazioni sulla loro distribuzione nazionale e regionale (Sanz Elorza *et al.*, 2004; Dana *et al.*, 2005; Sanz Elorza, 2006; Fagúndez Díaz & Barrada Beira, 2007).

L'informazione sui vertebrati, anche se abbondante, è molto eterogenea ed è disponibile negli atlanti e libri rossi pubblicati dal Ministero dell'Ambiente (pubblicazioni non specifiche sulle SEI) (Doadrio, 2001; Pleguezuelo *et al.*, 2002; Palomo & Gisbert, 2002; Martí & del Moral, 2003), e in altri lavori specifici sulle SEI che trattano diversi *taxa* di flora e fauna (GEIB, 2006; Junta de Extremadura, 2007). Al contrario, si deve segnalare la scarsa quantità d'informazione sugli invertebrati esotici e invasivi, principalmente limitata alle piaghe agricole e forestali o a quelle specie che hanno provocato impatti negativi come *Dreissena polymorpha*, *Procambarus clarkii* o *Aedes albopictus*.

Sebbene questi dati costituiscano una base d'informazione di grande valore, il formato cartaceo di produzione presenta certi svantaggi: è di più difficile accesso (è necessaria l'acquisizione) e i dati diventano più rapidamente obsoleti non potendo essere aggiornati in tempo reale.

L'urgenza di sviluppare un sistema nazionale d'informazione è stata enfatizzata nel 2006 dai partecipanti al 2º Congresso Nazionale sulle Specie Esotiche Invasive (GEIB, 2007) che «riconoscono, di fronte alla dispersione dell'informazione esistente sulle SEI in Spagna e alla proliferazione di basi di dati che duplicano in molti casi lo sforzo, la necessità di riunire le medesime in un portale di Internet, accessibile al pubblico e di libera consultazione». Infatti, l'informazione accessibile attraverso Internet (la base di dati delle specie di fauna esotica incontrata nelle Canarie, la sezione di specie introdotte dell'Erbario virtuale del Mediterraneo Occidentale e InvasIber) ha un valore piú documentale che operativo giacché apporta dati approssimativi sulla distribuzione delle specie introdotte e non è aggiornata con regolarità. Anche se attualmente alcune Regioni, come Asturie e Galizia, stanno elaborando basi di dati proprie, la creazione di un portale nazionale sulle SEI continua ad essere una impellente necessità.

Questa situazione comporta difficoltà per la realizzazione di una diagnosi precisa sulla situazione delle SEI nel territorio nazionale (distribuzione, abbondanza relativa, superficie occupata, ecc.) e rende difficile la messa in atto di misure coordinate per fare fronte al problema.

Nonostante l'interesse delle autorità sia cresciuto repentinamente a causa dell'introduzione di *Dreissena polymorpha*, *Aedes albopictus* ed *Eichhornia crassipes*, le cui conseguenze negative sono state poste in rilievo da insistenti campagne mediatiche, le misure messe in pratica sono ben distanti dal rispondere a una visione strategica del problema.

Lo sforzo realizzato per affrontare le SEI è stato diretto quasi esclusivamente alle specie stabilizzate attraverso campagne di mitigazione per le invasive più problematiche o per mezzo della creazione di gruppi di lavoro (per esempio su *Dreissena polymorpha*) in risposta alla gravità di certe invasioni.

Da anni il Ministero dell'Ambiente sta portando avanti con successo un programma continuativo di eradicazione di *Oxyura jamaicensis* i cui individui vengono sistematicamente eliminati per mezzo una rete di allarme rapido e una squadra di tiratori scelti. Molto meno successo stanno ottenendo il Piano per la Conservazione del visone europeo (*Mustela lutreola*) per mezzo del quale vengono rimossi gli individui di visone americano (*Mustela vison*) con l'obiettivo di evitare la sua stabilizzazione in natura, e il programma di controllo per frenare l'espansione del punteruolo rosso (*Rhynchophorus ferrugineus*). Le liberazioni intermittenti di visoni americani dagli allevamenti e l'importazione di palme infettate dal *Rhynchophorus ferrugineus* stanno seriamente compromettendo i risultati di questi programmi. Sempre nel contesto della mitigazione, si devono segnalare i buoni risultati ottenuti in varie regioni, eradicando *Carpobrotus* spp., *Agave americana*, *Aloë* spp., *Aptenia cordifolia*, *Cortaderia selloana*, *Eucalyptus* spp. così come *Acridotheres tristis*, *Oryctolagus cuniculus*, *Felis catus*, *Capra hircus* e *Rattus rattus* da alcune aree degli arcipelaghi spagnoli. Su scala regionale, le iniziative per il controllo delle SEI si sono moltiplicate negli ultimi anni. Come riportano Andreu & Vilà (2007) 109 specie vegetali sono state oggetto d'iniziative di gestione in 14 regioni con una spesa, sottostimata, di più di 50 milioni di euro destinati maggiormente al controllo delle relative popolazioni. Ciononostante, si tratta principalmente di azioni puntuali, dirette a specie concrete e quasi esclusivamente nei luoghi dove esse creano maggiori problemi. Attualmente solo la Regione Andalusia porta avanti azioni integrate in un quadro strategico (il Piano Andaluso per il controllo delle SEI) anche se dà chiaramente priorità alla mitigazione sulla prevenzione.

Solo poche Regioni hanno sviluppato, con diverso livello di dettaglio, un'analisi della situazione come passo preliminare all'elaborazione di un piano di gestione (Asturie, Mursia, Galizia e Comunità Valenziana). Malgrado l'insistenza di ricercatori e conservazionisti (GEIB, 2007), mancano al giorno d'oggi, politiche di prevenzione coordinate tra i differenti livelli amministrativi e fondate sul principio gerarchico e il principio di precauzione.

L'unico passo rilevante dato dalle autorità statali in materia di prevenzione dopo la publicazione di linee guida generiche sulle SEI (Capdevila-Argüelles *et al.*, 2006), è stato la promulgazione delle legge n. 42/2007 sul patrimonio naturale e la biodiversità, i cui elementi più importanti sono:

a) la introduzione nella normativa di una definizione di SEI;
b) la creazione di un catalogo nazionale di SEI che comporta la proibizione generica di possedere, trasportare e commerciare le specie ivi incluse (BOE, 2007). Malgrado ciò, il catalogo non è attualmente operativo essendo in attesa di essere regolamentato.

La legislazione attuale è insufficiente per sostenere la messa in atto di politiche orientate a lottare contro le invasioni biologiche, necessitando una profonda revisione e la unificazione della normativa su ambiente, sanità vegetale e animale in un nuovo quadro legislativo sulla biosicurezza.

A questo si aggiunge la necessità di coinvolgere l'opinione pubblica nella lotta alle invasioni biologiche, una missione fino ad ora portata avanti principalmente dalle organizzazioni non governative che hanno supplito, in gran parte, alle amministrazioni operando nel campo della sensibilizzazione pubblica, del volontariato e dello studio e divulgazione scientifica.

In conclusione il problema delle SEI in Spagna richiede l'attuazione urgente di azioni integrate in un quadro strategico di ampio respiro.

Bibliografia

Andreu J. & Vilà M., 2007 – Análisis de la gestión de las plantas exóticas en los espacios naturales españoles. *Ecosistemas*, 16 (3): 109-124. <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/505.pdf> (ultima consultazione 2 agosto 2008).

BOE, 2007 – LEY 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín oficial del Estado*, 299: 51275-51327.

Capdevila-Argüelles L., Iglesias García A., Orueta J. F. & Zilletti B., 2006 – Especies Exóticas Invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. *Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente*, Madrid.

Dana E. D., Sanz M., Vivas S. & Sobrino E., 2005 – Especies Vegetales Invasoras en Andalucía. *Dirección General de la Red de Espacios Naturales Protegidos y Servicios Ambientales. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía*, Sevilla.

Doadrio I. (ed.), 2001 – Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza, CSIC*, Madrid.

Fagúndez Díaz J. & Barrada Beiras M., 2007 – Plantas Invasoras de Galicia. *Dirección Xeral de Conservación da Natureza. Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostible. Xunta de Galicia*, A Coruña. <http://www.siam-cma.org/publicacions/doc.asp?id=373> (ultima consultazione 8 agosto 2008).

GEIB (Grupo Especialista en Invasiones Biológicas), 2006 – TOP 20: las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. *GEIB, Serie Técnica*, León, 2.

GEIB (Grupo Especialista en Invasiones Biológicas) (ed.), 2007 – Invasiones biológicas: un factor del cambio global. EEI 2006 actualización de conocimientos. 2º Congreso Nacional sobre Especies Exóticas invasoras "EEI 2006". *GEIB, Serie Técnica*, León, 3.

Junta de Extremadura, 2007 – El problema de las bioinvasiones en Extremadura. *Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente. Junta de Extremadura,* Badajoz.

Martí R. & del Moral J. C. (eds.), 2003 – Atlas de las aves reproductoras de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Sociedad Española de Ornitología*, Madrid.

Palomo L. J. & Gisbert J. (eds.), 2002 – Atlas de los Mamíferos terrestres de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza, SECEM, SECEMU*, Madrid.

Pleguezuelos J. M., Márquez R. & Linaza M. (eds.), 2002 – Atlas y libro rojo de los anfibios y reptiles de España. *Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Asociación Herpetológica Española*, Madrid.

Sanz Elorza M., 2006 – La flora alóctona del Altoaragón. *Gihemar*, Madrid.

Sanz Elorza M., Dana E. D. & Sobrino E., 2004 – Atlas de las plantas alóctonas invasoras en España (Península, Baleares y Canarias). *Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente*, Madrid.

Bernardo Zilletti, Laura Capdevila-Argüelles & Víctor A. Suárez Álvarez
GEIB, Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, C/Tarifa 7, 24193 Navatejera (León), España
e-mail: geib.org@gmail.com - sito web: http://geib.blogspot.com

John Bailey

Special threats posed by the Japanese Knotweed invasion

Le particolari minacce causate dalla diffusione del poligono giapponese

Fallopia japonica var. *japonica* is nowadays viewed as a persistant and noxious weed (Beerling *et al.*, 1994) but it was originally introduced to Europe in the 1840's as an expensive and highly valued garden plant via the commercial nursery of Philipp Franz von Siebold in Leiden. Historical research indicated that only male-sterile (female) plants of this gynodioecious taxon were introduced (Bailey & Conolly, 2000). Molecular studies at Leicester confirmed that all the material tested from a survey of the United Kingdom belonged to a single clone (Hollingsworth & Bailey, 2000). The small number of individuals tested from outside the UK also belonged to this clone. Lack of genetic diversity has had little effect on this plant and due to its strong powers of vegetative reproduction it has managed to spread extensively throughout northern & western Europe and North America, and to a lesser extent in southern Europe and Australasia. Within 20 years of the introduction of *F. japonica,* the arrival of hermaphrodite individuals of its congener *F. sachalinensis* (again with limited genetic diversity: Pashley *et al.*, 2007) allowed seed to be formed via hybridisation to give the hybrid *F.* × *bohemica*, which has since turned out to be a more persistent pest than either of its parents, and is rapidly spreading through Europe and North America (Bailey & Wisskirchen, 2006; Bailey *et al.*, 1996; Bímová *et al.*, 2001). By crossing with *F. sachalinensis* the plants have regained much of the genetic diversity that they lacked in their founder populations. Another important feature of these plants is polyploidy, ranging from diploid to decaploid and with all points in between. Even the hybrid *F.* × *bohemica* is commonly found at three different ploidy levels 4x, 6x and 8x, with different proportions of the *japonica* and *sachalinensis* genomes and important differences in fertility. Polyploidy in perennials with strong vegetative reproduction mechanisms is in some measure a recipe for evolution. Such high polyploids are shielded by their multiple genomes from the effects of aneuploidy, are able to undergo wide hybridisations and the resultant perennial offspring can maintain themselves almost indefinitely until a rare event such as allopolyploidy or the chance meeting of two balanced stable gametes from infertile parents, brings a return to fertility. Seed collected from open pollinated *F.* × *bohemica* plants can vary enormously in chromosome number, yet most plants are perfectly viable and indistinguishable from normal euploid hybrids in everything but chromosome number. Given that the two parents of *F.* × *bohemica* have different native distribution ranges (*F. sachalinensis* occurring much further north and *F. japonica* much further south) it seems highly likely that the genome rearrangements caused by such hybridisations could easily lead to the production of individuals much better suited to the particular adventive climate that they happen to find themselves in. In addition to these sorts of rearrangement is the question of the restoration of sexual reproduction to *F. japonica* var. *japonica.* Currently all seed produced is hybridogenous, but some of the hermaphrodite 8x *F.* × *bohemica* plants are perfectly fertile and inter crossable with *F. japonica* var. *japonica.* Spread of such plants and the possibility of a few generations of back-crossing recreating the missing hermaphrodite *F. japonica* var. *japonica* are two outcomes best avoided.

The occurrence of thousands of hectares of male sterile flowers of *F. japonica* var. *japonica* around the world, without access to congeneric pollen has proved to be a vast unintended breeding experiment – since any member of the Polygonaceae capable of pollinating it has done so. Most notably the ubiquitous hybrid between *F. japonica* and *F. baldschuanica* (Bailey, 2001; Bailey & Spencer, 2003) which brings together two taxa that no one would have previously regarded as even remotely close enough to hybridise, but is this just the tip of the iceberg? This hybrid was only uncovered by a careful cytological study of open-pollinated *Fallopia* seed, not something that has been done outside the UK the Czech Republic and Belgium. An important and relevant question to pose is - how many more such 'hopeful monsters' await discovery around the world and what further consequences could they have?

In the UK we have a very interesting legislative situation regarding Japanese Knotweed. Section 14 of the farsighted 1981 Wildlife and Countryside Act made it an offence for any person who "... plants or otherwise causes to grow in the wild ..." Japanese Knotweed or Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*). Here the situation rested for many years and no convictions were ever made under the act for Japanese Knotweed. However movement of soil contaminated with Japanese Knotweed rhizome during construction work remained a major cause of spread of the plant. In the 1990 Environment Protection Act such soil contaminated with Japanese Knotweed was classified as controlled waste and its disposal was strictly regulated. This has focussed much attention on Japanese Knotweed and placed a monetary value on the remediation of Knotweed infested redevelopment sites; Wembley Stadium and the London Olympic sites being two high profile examples. This in turn has led to a proliferation of firms specialising in J oval and intense interest in developing more cost effective methods of dealing with infestation. These vary from removal of all infested soil (and a wide safety margin of non-infested soil) from the site in special covered vehicles, and deposition in registered deep land-fill sites, to excavation and on site burial of material secured by geotextile membranes. It should be noted that it is not in the financial interests of such companies to quash exaggerated media claims of the dangers caused by this plant.

Outside of the building industry UK control efforts are fairly fragmented and often driven forward by particular highly motivated individuals operating at a regional level, such as the Cornish Knotweed Forum founded in

1997. Even the biological control program has depended on the determination of a single individual to both forge the alliance of funding bodies and to superintend the research program. Funding for the latter has come from such disparate bodies as Network Rail, Cornwall County Council and the Welsh Assembly. In October 2008 CABI Bioscience announced that it had finished the demanding testing program on potential biocontrol agents imported from Japan and were seeking government approval for the release of the Japanese Psyllid *Aphalara itadori*. It is estimated that a decision will not be made before 2010 and even then there is no certainty that permission will be granted. Even if the release is permitted it will not act as a magic bullet, it will still require public education and conventional eradication programs to continue if we are ever to halt the relentless onward march of this plant.

References

Bailey J. P., 2001 – *Fallopia* × *conollyana* The Railway-yard Knotweed. *Watsonia*, 23: 539-541.

Bailey J. P., Child L. E. & Conolly A. P., 1996 – A survey of the distribution of *Fallopia* × *bohemica* (Chrtek & Chrtkova) J. Bailey (Polygonaceae) in the British Isles. *Watsonia*, 21: 187-198.

Bailey J. P. & Conolly A. P., 2000 – Prize-Winners to Pariahs, a History of Japanese Knotweed *s.l.* (Polygonaceae) in the British Isles. *Watsonia*, 23: 93-110.

Bailey J. P. & Spencer M., 2003 – New records for *Fallopia* × *conollyana*: is it truly such a rarity? *Watsonia*, 24: 452-453.

Bailey J. P. & Wisskirchen R., 2006 – The distribution and origins of *Fallopia* × *bohemica* (Polygonaceae) in Europe. *Nordic Journal of Botany*, 24: 173-200.

Beerling D. J., Bailey J. P. & Conolly A. P., 1994 – Biological Flora of the British Isles No.183 *Fallopia japonica*. *Journal of Ecology*, 82 (4): 959-979.

Bímová K., Mandák B. & Pyšek P., 2001 – Experimental control of *Reynoutria* congeners: a comparative study of a hybrid and its parents. In: Plant invasions: Species ecology and ecosystem management. Brundu G., Brock J., Camarda I., Child L. & Wade M. (eds.). *Backhuys Publisher*, Leiden: 283-290.

Hollingsworth M. L. & Bailey J. P., 2000 – Evidence for massive clonal growth in the invasive weed *Fallopia japonica* (Japanese Knotweed). *Botanical Journal of the Linnaean Society*, 133: 463-472.

Pashley C. H., Bailey J. P. & Ferris C., 2007 – Clonal diversity in British populations of the alien invasive Giant Knotweed, *Fallopia sachalinensis* (F. Schmidt) Ronse Decraene, in the context of European and Japanese plants. *Watsonia*, 26: 359-371.

John Bailey
Biology Department, University of Leicester, Leicester LE1 7RH, United Kingdom
e-mail: jpb@le.ac.uk

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Paolo Alleva

Ambrosia artemisiifolia: indicazioni pratiche per un miglior controllo

Ambrosia artemisiifolia: practices for a better control

Tra i fattori che hanno maggiormente contribuito alla diffusione dell'ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*) in Lombardia a partire dagli anni '80 in poi si possono considerare i seguenti:

- riduzione della zootecnia con abbandono dei terreni coltivati a foraggio;
- "non-coltivazione" (*set-aside*) dei terreni, incentivata dalla Comunità Europea;
- incremento delle superfici agricole coltivate con piante oleaginose (girasole, soia);
- espansione delle aree urbane con conseguente incremento delle aree incolte;
- mancata pulizia delle aree di cantiere attive anche per più anni;
- incuria dei bordi di strade, autostrade, ferrovie, ecc.

In Lombardia, la pianta può essere ritrovata come infestante soprattutto nelle colture di girasole e di soia, di mais (solitamente ai margini della coltura), in diverse colture di cereali (frumento, orzo, avena) nelle quali la pianta inizia a germinare e svilupparsi fin da maggio, a coltura ancora in atto, per poi emergere successivamente alla raccolta, a campo libero. Ancora, in ambito agricolo l'ambrosia compare in grandi estensioni nei terreni incolti, preferibilmente quelli smossi da poco tempo in cui si insedia e permane a lungo; e nei semi-incolti, ossia terreni non più coltivati dopo la raccolta dei cereali in tarda primavera-estate.

Un altro ambito in cui si ritrova spesso la pianta è quello urbano e periurbano, laddove i cantieri, con i terreni smossi ed i cumuli di materiali inerti lasciati come tali per lunghi periodi di tempo, costituiscono substrati di facile colonizzazione. Ai margini delle vie di comunicazione (strade, autostrade, ferrovie) la pianta non solo può trovare un ambiente idoneo in cui crescere ma può anche diffondere la propria semente sfruttando le correnti d'aria provocate dal passaggio dei veicoli. Anche i terreni riforestati, gli alvei fluviali, le aree degradate in genere rappresentano un sito potenzialmente idoneo per la crescita e lo sviluppo della pianta.

Per quanto riguarda il comportamento ecologico della specie, l'ambrosia cresce indifferentemente in terreni secchi o freschi, ricchi o meno di sostanze nutritive. Specie ruderale, sopporta il calpestio e tollera le situazioni di stress ma ha il suo punto debole nella scarsa competitività: regredisce in presenza di coperture erbacee fitte e con l'ombreggiamento.

Per contrastare le allergie causate da questa pianta, la Regione Lombardia ha emanato nel 1999 un'ordinanza del Governatore (29 marzo 1999, n. 25.522) contro la diffusione di questa specie tramite l'obbligo di sfalcio. Per un migliore controllo dell'ambrosia, i Comuni e gli Enti che esercitano il controllo sul territorio hanno la necessità di organizzarsi per adempiere al meglio ai compiti che l'ordinanza regionale affida loro. Al fine di migliorare le modalità d'intervento, si segnalano alcuni aspetti che si considerano meritevoli di approfondimento.

Controllo e mappatura del territorio

La costituzione di un *data base* elettronico, aggiornabile anno dopo anno, serve come punto di partenza per generare un archivio in cui siano indicati gli estremi catastali (foglio e mappale, ditta intestataria) attraverso i quali risalire ai proprietari dei terreni incolti. A questi si dovrà indirizzare ogni anno una comunicazione scritta in cui si allega il testo dell'ordinanza sindacale con sollecito ad intervenire con tempestività nel caso di aree incolte. L'applicazione agli inadempienti della sanzione prevista in ordinanza con addebito dei costi per il taglio sono fattori che convincono i più ad intervenire in via preventiva.

Il personale preposto al controllo diretto del territorio (Vigilanza urbana, Ufficio tecnico comunale, volontari di Protezione civile ed Associazioni diverse) deve essere formato per il riconoscimento dell'ambrosia. Inoltre, deve essere adeguatamente motivato, sensibilizzandolo sulla gravità della problematica.

In tanti casi, peraltro, rimangono da sciogliere i nodi relativi a terreni i cui proprietari sono sconosciuti o di difficile reperibilità per motivi diversi (errori materiali sulla documentazione, contenziosi in essere tra privati, irreperibilità nel periodo dell'ordinanza, ecc.).

Comunicazione

Il ruolo della Regione e degli altri Enti locali preposti al problema rimane fondamentale: occorre perseverare, come già si sta facendo da molti anni ormai, nella diffusione di una corretta informazione. Dal punto di vista pratico rimane quanto mai necessario agevolare l'esatto riconoscimento della pianta dal momento che ogni anno nuove persone diventano allergiche e solo a partire da quel momento s'interessano in maniera più specifica all'ambrosia. Ancora troppi poi tendono a confondere la pianta con altre specie (soprattutto del genere *Artemisia*) ed a fornire segnalazioni errate ed imprecise.

È anche necessario rendere consapevoli i cittadini allergici che non si devono sentire minacciati nella loro salute quando la pianta inizia a germinare (mese di maggio) in quanto in quest'epoca è assente il polline. In base all'esperienza di questi ultimi dieci anni, a seconda dell'andamento stagionale la fioritura può iniziare a metà luglio e proseguire fino a metà ottobre.

Posto che l'eradicazione totale della pianta dal nostro territorio è ormai praticamente impossibile, è fondamentale perseverare per minimizzare i disagi agli allergici avendo come obiettivo la riduzione della produzione di granuli di polline e perciò della fioritura. Ogni pianta di ambrosia è in grado di produrre milioni di granuli di polline. Questi, a seconda del vento e delle condizioni meteorologiche, percorrono distanze di alcune decine di chilometri (da 60 ad oltre 200 km).

In media una pianta è capace di produrre un numero di semi variabile da 3.000 a 60.000 tra metà agosto e fine ottobre. La principale forma di diffusione dei semi è costituita dalle attività umane (macchinari ed attrezzature agricole e da giardiniere, movimenti terra ed inerti, veicoli, ecc.). In bibliografia viene segnalata una persistenza di germinabilità dei semi nel terreno di circa 40 anni.

Spesso i semi di ambrosia si trovano tra le granaglie alimentari per uccelli ed altri animali. Questo perché tra i semi del girasole, componente importante nelle miscele di cibi per animali, si trovano anche quelli dell'ambrosia cresciuta nello stesso campo (l'ambrosia è una pianta botanicamente affine al girasole e, per tale ragione, non è disturbata dai diserbanti). Di conseguenza, la diffusione della pianta può avvenire anche tramite la dispersione delle deiezioni animali contenenti i semi di ambrosia.

Interventi in ambito urbano

Lo sfalcio periodico delle aree infestate è il metodo meccanico più utilizzato e probabilmente il più efficace. Per limitare la diffusione dell'ambrosia l'ordinanza regionale impone l'esecuzione di almeno due tagli da eseguire a fine luglio e fine agosto. Da sperimentazioni effettuate in Canada, Cina, Francia ed Austria, risulta che la pianta sottoposta a sfalcio basso (taglio a 2 cm da terra) non è in grado di ricacciare. Peraltro, interventi ad altezze così ridotte sono possibili a livello sperimentale ma in aree pubbliche e private le altezze minime medie di sfalcio non sono inferiori a 6-8 cm. Sul moncone di fusto rimasto dopo il taglio, l'ambrosia cresce rapidamente ed in poco tempo (8-10 giorni) è capace di originare una pianta più bassa ma ricca di fiori e con un potere di dispersione del polline sempre molto elevato.

Interventi in ambito agricolo

La sperimentazione di tecniche complementari allo sfalcio quali la trinciatura, l'aratura con dischi, l'erpicatura, l'aratura, la fresatura e la pacciamatura ha dimostrato che questi sono interventi efficaci nel distruggere l'ambrosia ma sono anche in buona parte dei casi costosi e non applicabili in ambiti diversi da quello agricolo.

La semina di colture antagoniste vede come specie preferite la semina di panico e di leguminose (erba medica, trifoglio), soprattutto in aree agricole lasciate incolte o coltivate per pochi mesi l'anno. Se le leguminose sono destinate al sovescio, il terreno sarà più fertile ed adatto alle successive colture di cereali. Se invece sono destinate al raccolto, si otterrà un'aggiuntiva produzione di foraggio ad elevato contenuto nutrizionale. La semina di colture antagoniste è inserita nel piano agricolo triennale della Provincia di Milano come metodo per limitare la diffusione dell'ambrosia.

La lotta chimica si può effettuare con principi attivi diserbanti, tra questi il più utilizzato è il glifosate, con un solo intervento da effettuare nel periodo della crescita. L'azione del glifosate non è selettiva (colpisce indiscriminatamente tutte le piante) ed il metodo può essere causa di inquinamento di terreni e falde superficiali.

Il pirodiserbo (distruzione delle malerbe con alte temperature) sfrutta l'azione termica di una fiamma o dei raggi infrarossi per danneggiare fusto e foglie che vengono distrutti ("lessati"). Usato per bonificare i margini di strade, campi e siepi, trova applicazione solo per interventi puntuali e su piccole superfici.

L'estirpazione consiste nello sradicare manualmente l'ambrosia. È facilmente attuabile nella fase tardiva della crescita, prima della fioritura, quando la pianta è sufficientemente alta, agevole da afferrare e con poca resistenza delle radici. Dopo pochi minuti la pianta essicca e muore. Anche questa pratica, per evidenti ragioni, è attuabile solo su piccole superfici. Va sicuramente incentivata presso i privati, anche per evitare che i semi giungano a maturazione.

Buona norma rimane quella di effettuare periodici interventi di manutenzione e pulizia preventiva di tutte le aree verdi.

Paolo Alleva
Via Cairoli 4, 20025 Legnano (MI), Italia
e-mail: allpaolo@tin.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Costanza Jucker, Matteo Maspero, Beniamino Cavagna, Mariangela Ciampitti & Mario Colombo

Biologia e gestione di *Anoplophora chinensis* (Forster) in Lombardia

Biology and management of *Anoplophora chinensis* (Forster) in Lombardy

Anoplophora chinensis (Forster) (Coleoptera: Cerambycidae, Lamiinae), rappresenta uno dei più seri problemi entomologici su piante arboree ed arbustive. Di origine asiatica, in Giappone e Corea è diffusa la variante morfologica *A. chinensis* forma *malasiaca*, anch'essa particolarmente dannosa su *Citrus* e altre essenze arboree ed arbustive.

Numerose sono state le segnalazioni del cerambicide in Europa e in tutti i casi i ritrovamenti sono avvenuti in ambiente urbano, in prossimità di attività commerciali che importano bonsai e altro materiale vegetale dall'Oriente.

Le prime intercettazioni di *A. chinensis* in Europa risalgono agli anni '80 del secolo scorso in Olanda, corrispondenti a importazioni di piante di *Acer* da Cina e Giappone. Tuttavia, la prontezza nella distruzione del materiale infestato, ha permesso in molti casi di evitare l'insediamento dell'insetto. Nello stesso Paese, alla fine del 2007, il servizio fitosanitario ha osservato due piante attaccate dallo xilofago nelle vicinanze di un importatore di aceri dalla Cina.

A partire dal 2000 numerosi rinvenimenti sono stati effettuati in Gran Bretagna, anche in questo caso su esemplari di *Acer* spp. provenienti dall'Asia. Ciononostante, non si è avuta la diffusione sul territorio. In Italia, la specie è stata segnalata nel 2001 in seguito ad un ritrovamento avvenuto nel 2000 a Parabiago, in provincia di Milano, nell'ambito di un progetto di monitoraggio di nuove specie di artropodi, effettuato dall'Istituto di Entomologia agraria dell'Università degli Studi di Milano, finanziato dalla Regione Lombardia. Il cerambicide è stato raccolto nelle vicinanze di un importatore di bonsai dall'Oriente.

Altre segnalazioni di *A. chinensis* riguardano la Francia (2003), dove sono stati catturati adulti in un vivaio con bonsai di origine orientale, la Germania (2007), dove la prima introduzione sembra essere avvenuta attraverso imballaggi in legno, e la Croazia (2007). In quest'ultimo Paese sono stati osservati sia alcuni adulti, sia piante di acero e *Lagerstroemia indica* in vaso provenienti dall'Asia con sintomi della presenza dell'insetto. Di recente, nel luglio 2008, un grosso carico di 28.000 piante in vaso di *Acer palmatum* è stato importato in Germania dalla Cina e il 10% risultava infestato da larve di *A. chinensis*.

Nel Paese di origine, *A. chinensis* predilige le piante di *Citrus*, ma arreca danni anche ad altre ornamentali, tra le quali specie dei generi *Salix* e *Populus*. In Lombardia le essenze maggiormente colpite dal cerambicide appartengono ai generi *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Carpinus*, *Fagus*, *Lagerstroemia*, *Malus*, *Platanus* e *Ulmus*, ma sono stati trovati sintomi anche su altre latifoglie arboree ed arbustive.

Gli adulti di *A. chinensis* (17-39 mm ca.) sono di colore nero brillante con riflessi metallici e caratterizzati da macchie, costituite da una bianca peluria. Possiedono antenne anulate che nelle femmine risultano lunghe tanto quanto il corpo, mentre nei maschi lo superano di un terzo.

Le uova, simili per forma e dimensione ad un chicco di riso, sono biancastre e virano al giallo pallido dalla deposizione alla schiusura; vengono deposte singolarmente al di sotto dalla corteccia dopo che la femmina ha praticato un'incisione a T rovesciata con le mandibole. Sono visibili solo asportando la corteccia. Il periodo di incubazione è di circa 15 giorni.

Le larve a maturità raggiungono i 50 mm e presentano una colorazione biancastra. Caratteristica è la placca sclerificata che portano sul protorace, la quale richiama nella forma una sorta di "W" capovolta.

A. chinensis è uno xilofago primario in grado di attaccare piante in buone condizioni vegetative. Il ciclo di sviluppo può essere annuale o biennale, a seconda delle condizioni climatiche e del momento in cui avviene l'ovideposizione (se è tardiva, si andrà incontro ad un ciclo biennale).

Gli adulti sfarfallano in sequenza, prima i maschi e poi le femmine, e sono presenti da fine maggio ad ottobre inoltrato, a seconda del clima, con un picco evidente a metà giugno. Maschi e femmine si alimentano della corteccia dei giovani rametti apicali che possono andare incontro al disseccamento. Tuttavia, il danno da essi provocato è di portata limitata, oltre che difficilmente visibile, soprattutto nel caso di piante di grandi dimensioni. Le femmine depongono le uova sulle radici affioranti o sul tronco entro i primi 80-100 cm dalla base.

Le larve, che possono superare le 10 età, scavano profonde gallerie nelle radici o alla base del fusto, entro il primo metro al di sopra del colletto. La loro attività trofica è visibile all'esterno della pianta soprattutto durante le prime età, quando compaiono dei cumuli di segatura alla base della pianta.

I fori di sfarfallamento, perfettamente circolari e dal diametro di circa 10-13 mm, sono il sintomo più evidente e permanente della presenza di *A. chinensis*. Anche in questo caso si trovano prevalentemente nella zona del colletto della pianta o sulle radici affioranti. Nel caso di forti infestazioni, si possono rinvenire anche sul tronco (non raramente) ad un'altezza di oltre 2 m.

In seguito all'attacco dell'insetto si possono osservare ingiallimenti precoci della chioma e rallentamenti della crescita, oltre ad una progressiva disgregazione della base del tronco che può facilmente spezzarsi nel caso di eventi meteorologici avversi. Le piante possono poi andare incontro a morte se i tessuti legnosi vengono compromessi a tal punto da non riuscire più a traslocare elementi nutritivi all'interno del fusto e delle branche; generalmente questo si verifica nel caso della presenza di più larve su uno stesso esemplare e su vegetali di ridotte dimensioni.

A. chinensis è una specie la cui lotta è prevista obbligatoria per legge. Infatti, la Direttiva Comunitaria 2000/29 prevede all'art. 16 che vengano messe in atto tutte le azioni volte all'eradicazione dell'insetto e al contenimento della sua diffusione. La Regione Lombardia fin dal 2004

ha pubblicato propri decreti per contrastarne la diffusione; nel novembre 2007 è stato emanato il decreto nazionale di lotta obbligatoria.

Il controllo di *A. chinensis* ad oggi è basato sull'abbattimento delle piante colpite e la distruzione di tutto l'apparato radicale.

Particolare importanza riveste l'obbligo di incenerimento del legname delle piante abbattute, in quanto l'insetto riesce a completare il ciclo di sviluppo anche all'interno di pezzi di legno o di radice di piccole dimensioni.

Studi in corso finanziati dalla Regione Lombardia e coordinati dall'Istituto di Entomologia agraria dell'Università degli Studi di Milano e dalla Fondazione Minoprio, hanno il compito di verificare l'efficacia di metodi di controllo alternativi basati sull'utilizzo di mezzi chimici e biologici; purtroppo al momento questi metodi non danno ancora sufficienti garanzie di efficacia nella eradicazione dello xilofago.

Per conoscere la reale diffusione di *A. chinensis* sul territorio lombardo, la Regione Lombardia ha promosso fin dal momento del ritrovamento dell'insetto delle azioni di monitoraggio. Negli anni il controllo del territorio si è via via esteso riguardando tutti i comuni in cui era stata riscontrata la presenza del coleottero e i comuni situati nel raggio di due chilometri; un impegno sempre più gravoso in termini di risorse umane e finanziarie. A fine 2007 i comuni con presenza di *A. chinensis* erano 26, appartenenti alle province di Milano, Varese e Brescia.

Nel 2008, per accertarsi che *A. chinensis* non si fosse diffusa ulteriormente sul territorio, la Regione Lombardia ha avviato una massiccia campagna di informazione rivolta a tutti i cittadini. Sono state inviate lettere con materiale informativo a tutte le scuole lombarde e a tutti i Comuni. Sono stati affissi manifesti negli ospedali, negli ambulatori e perfino nelle stazioni della metropolitana di Milano. Locandine con i riferimenti a cui inviare le segnalazioni dell'insetto, qui nominato tarlo asiatico per ricordarlo con più facilità, sono state allegate alle edizioni lombarde dei principali settimanali e mensili.

La campagna di informazione ha centrato l'obiettivo, sensibilizzando al tema migliaia di cittadini, una parte dei quali ha fatto pervenire centinaia di segnalazioni ai numeri di telefono dedicati e alla casella di posta.

Costanza Jucker & Mario Colombo
Istituto di Entomologia agraria, Università degli Studi di Milano, Via Celoria 2, 20133 Milano, Italia
Costanza Jucker e-mail: costanza.jucker@unimi.it - Mario Colombo e-mail: mario.colombo@unimi.it
Matteo Maspero
Fondazione Minoprio, Viale Raimondi 54, 20017 Vertemate con Minoprio (CO), Italia
Matteo Maspero e-mail: m.maspero@fondazioneminoprio.it
Beniamino Cavagna & Mariangela Ciampitti
Servizio Fitosanitario, Regione Lombardia, Via Pola 12, 20124 Milano, Italia
Beniamino Cavagna e-mail: beniamino_cavagna@regione.lombardia.it
Mariangela Ciampitti e-mail: mariangela_ciampitti@regione.lombardia.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Fulvio Enrico Caronni

Il caso del ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.) al Parco lombardo della Valle del Ticino

The case of Black Cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) at "Parco lombardo della Valle del Ticino"

Nel 1922 per motivi sperimentali, venne introdotto in Lombardia il ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.); dai dati in nostro possesso, l'impianto dal quale ha avuto origine l'areale principale di questa specie nel nostro Paese è stato realizzato a Crenna di Gallarate (VA). Nonostante i diversi tentativi effettuati, non è mai stato possibile riconoscere i primi campi sperimentali, anche perché questi vennero tagliati e messi a coltura dal proprietario-sperimentatore, che li vendette agli agricoltori.

La causa dell'abbandono della sperimentazione derivò dalla scadente qualità degli assortimenti legnosi prodotti ma, dai margini boschivi di quei campi, ove il ciliegio tardivo era sopravvissuto, è iniziata una portentosa espansione, che ha raggiunto un areale principale che nel 1986 era così descritto: "un rombo" che a nord ha superato il confine svizzero, raggiungendo quasi Lugano, Locarno, poi Chiasso, Como ed Erba verso est. La punta estrema orientale era segnalata a Mezzago (MI), a pochi km dal Fiume Adda. In corrispondenza delle aree urbane di Milano si spingeva sino ai pochi boschi esistenti nelle Groane ed a Vanzago, aree pienamente invase. A sud raggiungeva Abbiategrasso (MI) nel Parco del Ticino lombardo, con una stazione isolata alla "Zelata", nel comune di Bereguardo (PV). In destra idrografica del Ticino raggiungeva Cerano (NO), spingendosi poi sino a Romagnano Sesia (VC) e più a nord, ad Agrano (NO) sulla sponda occidentale del Lago d'Orta, che rappresentavano l'estremo ovest dell'areale.

In tutte queste aree il ciliegio tardivo costituisce una grave minaccia per la conservazione della biodiversità dei popolamenti planiziali e per la stessa stabilità dell'ecosistema, in termini di struttura e composizione. Esso, infatti, è in grado di permanere a lungo negli strati bassi del bosco, sopportando l'ombreggiamento e la concorrenza, poi alla prima interruzione nella copertura, dovuta a tagli, schianti o qualsiasi altro evento, prende il sopravvento su tutte le altre specie. All'invasione del ciliegio tardivo corrisponde una complessiva alterazione dell'ecosistema ed un impoverimento estremo della biodiversità dei boschi. Il numero delle specie vegetali per ettaro, può scendere dalle 40-45 di un querceto originario a 5-7 specie in un robinieto con prugnolo tardivo!

I boschi della Valle del Ticino presentano problemi a livello ecologico e selvicolturale dovuti alla antropizzazione, alla frammentazione del territorio ed alla gestione forestale: le forti utilizzazioni passate, seguite spesso dall'abbandono di qualsiasi cura ed attività, hanno frequentemente aperto la strada all'invasione delle specie esotiche, in particolare robinia e ciliegio tardivo, ma anche ailanto, quercia rossa ed altre. Negli ultimi 8-10 anni a questo quadro già complesso, si è aggiunto il deperimento della farnia, che dagli studi effettuati sta colpendo circa il 95% di tutte le stazioni con presenza di farnia e sta aprendo la strada, forse definitivamente, alle specie esotiche sopradette, più aggressive e competitive delle autoctone.

L'obiettivo del Parco del Ticino, ma anche della Rete Natura 2000 dell'Unione Europea, di conservazione e tutela di habitat quali le foreste alluvionali residue e i boschi misti di quercia, olmo e frassino, rischia di diventare un miraggio.

Negli anni '80 e '90 furono proposti diversi approcci per il contenimento della specie, quali il taglio ripetuto, la creazione di "cordoni sanitari", la conversione ad alto fusto, il taglio a raso contemporaneo di ciliegio tardivo e robinia, il taglio ad 1,5 m dal suolo, l'estirpazione manuale dei semenzali ecc... Piuttosto che l'"accettazione" della presenza dell'esotica, puntando a migliorarne i caratteri tecnologici.

Il Parco del Ticino il cui compito, se non per scelta per legge, è quello di conservare flora ed ecosistemi originari, optò per un tentativo di eliminazione, con i seguenti metodi: taglio di tutte le piante e polloni, contestuale diradamento sulla robinia, che non è altrettanto aggressiva nei confronti delle altre specie soprattutto se la si lascia invecchiare, conservazione di tutte le specie autoctone o di altre esotiche non invasive.

Obiettivo centrale dell'intervento è l'eliminazione delle portaseme di ciliegio tardivo, oltre al mantenimento, per quanto possibile della copertura, lasciando poi invecchiare il bosco, nella speranza che l'ombreggiamento deprima il ricaccio dalle ceppaie, la germinazione e lo sviluppo dei semenzali dell'esotica. Questo metodo di lotta al ciliegio tardivo, pur efficace a breve termine, presuppone una successiva manutenzione, con sfalcio dei ricacci, ripetuto poi ogni 3-5 anni per evitare che le piante tornino a fruttificare.

Al diradamento più o meno spinto sulle esotiche si suggeriva di abbinare una sottopiantagione con specie autoctone, generalmente sciafile od intermedie, al fine di favorire la ricostituzione di vegetazione autoctona che potesse contrastare i ricacci e la rinnovazione di specie non desiderate e fornire, a maturità, una nuova sorgente di semi.

Inoltre, tutti gli interventi richiesti dai privati di taglio del ciliegio tardivo sono stati autorizzati, limitando viceversa il taglio delle altre piante nelle aree infestate dal *Prunus serotina* (es. matricinatura intensiva), pur rispettando il diritto del proprietario di utilizzare il proprio bosco.

Il Parco del Ticino ha messo in pratica in numerosi interventi la politica di contrasto al *Prunus serotina* sopra descritta, forse più di qualsiasi altro ente: in 10 anni, dalla stagione silvana 1997/98 alla stagione 2007/2008, sono stati trattati circa 514 ha di bosco di proprietà o in gestione al Parco, per una spesa complessiva che si aggira intorno agli 830.000,00 €.

Gli interventi compiuti su così larga scala hanno localmente arrestato la diffusione dell'esotica, impedendo la fruttificazione ma, soprattutto nei casi in cui il ciliegio tardivo già prima del taglio era dominante, composizione e struttura del bosco non sono migliorate: si osserva oggi uno stuolo di polloni e di giovani piante di ciliegio tardivo che, pur sfalciate diverse volte, sono lungi dall'essere state riportate sotto controllo. Laddove la presenza di *Prunus serotina* era comunque piuttosto contenuta o in alcuni casi sperimentali, nei quali i ricacci sono stati oggetto di diserbo chimico, si osserva tuttavia una netta ripresa delle altre specie, soprattutto erbacee, che sembravano scomparse.

Per quanto concerne le sottopiantagioni, si può concludere che l'efficacia di questi interventi sia limitata all'impiego di specie sciafile, quali carpino bianco, pado, acero campestre, o di specie arbustive.

In conclusione questo tipo d'intervento, pur rallentando l'invasione e, quindi, la totale alterazione dei boschi e la perdita di biodiversità, è risultata nei boschi più compromessi insufficiente.

Ripetere l'intervento di sfalcio dei ricacci è inoltre operazione difficile da organizzare, molto costosa (1.000-2.000 € all'ettaro per volta, se non meccanizzabile) e che comporta un continuo disturbo antropico e un certo inquinamento dei boschi interessati.

La prescrizione di far sempre tagliare il ciliegio tardivo in occasione dell'utilizzazione dei boschi, utile ma relativamente poco efficace, è viceversa stata fatta propria dalla Regione Lombardia con le ultime norme forestali regionali (Regolamento Regionale 5/2007).

Nel lavoro di tesi di chi scrive, risalente al 1988, oltre ad un aggiornamento dell'areale, si era anche proposta una previsione sulla futura diffusione della specie, basata sulla velocità di espansione a partire dal 1922, allora stimata in circa 5 km ogni 10 anni.

È quindi interessante oggi, esattamente a 20 anni di distanza, verificare se le previsioni di allora si sono avverate: ebbene verso est ci sono segnalazioni di ciliegio tardivo oltre il Fiume Adda, di cui era previsto il raggiungimento per il 2000, e di questo passo potrebbe davvero lambire Bergamo per il 2022; sul settore nord occidentale è stato osservato all'imbocco della Val d'Ossola, presso Premosello (VB), così verso ovest dove avrebbe già raggiunto Masserano e la Val Sessera, tra Vercelli e Biella: in entrambi i casi si prevedeva vi sarebbe arrivato solo nel 2022.

Molti più dati abbiamo lungo il Fiume Ticino ove in destra idrografica l'estremo sud dell'areale è a Vigevano (loc. Lanca Ajala), perfettamente in linea con le previsioni, pur in un nucleo per fortuna ancora limitato. Mentre in sinistra idrografica arriva poco a sud di Morimondo (MI), al "Dosso delle Ginestre", quindi in "ritardo di circa 6 anni sulla "tabella di marcia".

Un quadro di questo tipo suggerisce la definizione di un piano d'azione più modesto, forse, ma più realistico.

1) Abbandono dell'idea di poter mettere in atto un intervento generalizzato di controllo/eradicazione della specie: più praticabile la soluzione di intervenire prioritariamente sulle aree con un elevato valore di biodiversità, per preservare i querceti planiziali ed in genere le foreste alluvionali del Ticino (es. boschi di alto fusto di proprietà pubblica).

2) In tali aree ed ai limiti dell'areale predisporre interventi intensivi all'inizio dell'invasione, quel cordone sanitario di cui si parla da anni.

3) Quando si decide di intervenire si propone dopo il taglio, il diserbo chimico dei ricacci, più efficace e meno costoso degli sfalci ripetuti.

4) Altrove ci si limita ad un contenimento "blando", tagliando sempre il ciliegio tardivo in sede di utilizzazione forestale o diradamenti, così da ridurre la produzione e la diffusione del seme. Sempre auspicabile, ma raramente praticabile, la conversione all'alto fusto.

Nel merito dell'impiego del diserbo in bosco proponiamo una riflessione preliminare all'adozione su larga scala del metodo. Sinora in selvicoltura, almeno nel nostro continente, il diserbo non è utilizzato; si propone una sorta di decalogo preliminare all'utilizzo:

- solo se si impiega per contenere una specie esotica molto invadente, in grado di alterare completamente l'equilibrio ecosistemico e portare alla scomparsa di molte delle specie originarie;
- solo se non esistono altri metodi economicamente e/o tecnicamente praticabili;
- solo se il diserbo può venire impiegato *una tantum* (anche se con più ripetizioni di trattamento) e poi viene seguito dalla rinnovazione naturale o artificiale di altre specie vegetali, che possono autonomamente contrastare una nuova invasione della specie esotica;
- solo dopo aver valutato con adeguate ricerche il vero impatto del diserbo sull'ecosistema.

Nel caso del Parco del Ticino è quello che vorremmo apprestarci a fare in questi anni, con particolare riferimento alla fauna del suolo, avendo già valutato l'impatto su flora erbacea ed insetti.

Fulvio Enrico Caronni
Parco Lombardo della Valle del Ticino, Via Isonzo 1, 20013 Pontevecchio di Magenta (MI), Italia
e-mail: boschi@parcoticino.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Alicia T. R. Acosta, Marta Carboni, Maria L. Carranza, Silvia Del Vecchio, Carmela F. Izzi, Irene Prisco, Riccardo Santoro & Angela Stanisci

Analisi delle specie vegetali esotiche negli ecosistemi sabbiosi costieri: distribuzione e impatto

Analysis of alien plant species in coastal dune ecosystems: distribution and impact

L'invasione degli habitat da parte delle specie esotiche è un fenomeno globale con serie conseguenze per gli aspetti economici, sociali ed ecologici. Diverse nazioni hanno risposto a questa minaccia con varie ricerche svolte per capire, prevenire e gestire l'invasione di queste specie. Tuttavia non sono ancora ben conosciuti né i caratteri ecologici che permettono alle piante invasive di occupare con successo nuovi habitat, né le caratteristiche che rendono un ambiente idoneo all'invasione. In questo contesto, gli ecosistemi costieri vengono considerati tra gli ambienti più colpiti dalle invasioni di specie alloctone. Il degrado del paesaggio dunale ha interessato tutti i Paesi costieri dell'Unione Europea ed è stato particolarmente intenso nel bacino del Mediterraneo. Gli effetti dell'antropizzazione diretta delle spiagge e delle dune costiere hanno portato non solo alla diminuzione ed estinzione locale di specie, ma anche ad un'evidente diffusione di elementi esotici.

Questo lavoro presenta alcuni risultati di un progetto di ricerca che ha come obiettivo generale di fornire un contributo alla conoscenza dei meccanismi biologici ed ecologici che influenzano le invasioni di piante esotiche negli ecosistemi dunali mediterranei. In particolare, concentriamo la nostra attenzione sui seguenti aspetti:

1) censimento della flora costiera psammofila dell'Italia centrale e allestimento di una banca-dati della distribuzione della flora nativa ed esotica a scala regionale, allo scopo di verificare come si distribuiscono le specie esotiche lungo il litorale tirrenico ed adriatico (Izzi *et al.*, 2007b; Acosta *et al.* 2008a);

2) analisi della diversità e distribuzione delle specie vegetali esotiche nei diversi aggruppamenti vegetazionali presenti sui sistemi dunali costieri attraverso un campionamento floristico di dettaglio, allo scopo di individuare gli aggruppamenti più colpiti da invasione (Acosta *et al.*, 2008b);

3) esame della posizione delle specie esotiche presenti negli ecosistemi costieri dunali rispetto ai processi di naturalizzazione-invasione (*invasion status*) allo scopo di identificare le principali specie esotiche invasive (Acosta & Izzi, 2007; Acosta *et al.* 2007);

4) identificazione dei caratteri morfologici e funzionali tipici delle specie esotiche invasive in ambiente dunale mediterraneo, allo scopo di identificare precocemente probabili invasive tra le nuove esotiche in arrivo (Acosta *et al.*, 2006);

5) individuazione a livello regionale e locale dei fattori abiotici e socio-economici esterni associati alla presenza di esotiche, allo scopo di prevedere aree e fasce più vulnerabili all'invasione e progettare interventi di gestione mirati;

6) studio del probabile impatto delle specie esotiche invasive individuate sulla biodiversità e sugli ecosistemi costieri dunali (Izzi *et al.*, 2007a).

Bibliografia

Acosta A., Carranza M. L., Ciaschetti G., Conti F., Di Martino L., D'Orazio G., Frattaroli A., Izzi C. F., Pirone G. & Stanisci A., 2007 – Specie vegetali esotiche negli ambienti costieri sabbiosi di alcune regioni dell'Italia Centrale. *Webbia*, 62 (1): 77-84.

Acosta A., Carranza M. L., Di Martino L., Frattaroli A., Izzi C. F. & Stanisci A., 2008a – Patterns of native and alien plant species occurrence on coastal dunes in Central Italy. In: Plant Invasions: Human perception, ecological impacts and management. Tokarska-Guzik B., Brock J. H., Brundu G., Child L., Daehler C. C. & Pyšek P. (eds.). *Backhuys Publishers*, Leiden: 235-248.

Acosta A., Carranza M. L. & Izzi C. F., 2008b – Community types and alien species distribution in Italian coastal dunes. *Neobiota*, 7: 96-104.

Acosta A. & Izzi C. F., 2007 – Le piante esotiche negli ambienti costieri del Lazio. *Aracne Editrice*, Lanuvio.

Acosta A., Izzi C. F. & Stanisci A., 2006 – Comparison of native and alien plant traits in Mediterranean coastal dunes. *Community Ecology*, 7 (1): 35-41.

Izzi C. F., Acosta A., Carranza M. L, Carboni M, Ciaschetti G., Conti F., Del Vecchio S., Di Martino L., Frattaroli A., Pirone G. & Stanisci A., 2007a – Entità a rischio negli ambienti dunali costieri di alcune regioni dell'Italia centrale. *Fitosociologia*, 44 (2): 251-254.

Izzi C. F., Acosta A., Carranza M. L., Ciaschetti G., Di Martino L., D'Orazio G., Frattaroli A., Pirone G. & Stanisci A., 2007b – Il censimento della flora vascolare degli ambienti dunali costieri dell'Italia centrale. *Fitosociologia,* 44 (1): 129-137.

Alicia T. R. Acosta, Marta Carboni, Silvia Del Vecchio, Carmela F. Izzi, Irene Prisco & Riccardo Santoro
Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Roma TRE, Viale G. Marconi 446, 00146 Roma, Italia
Alicia T. R. Acosta e-mail: acosta@uniroma3.it
Maria L. Carranza & Angela Stanisci
Dipartimento STAT, Università degli Studi del Molise, Contrada Fonte Lappone, 86090 Pesche (IS), Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Flora Andreucci

Vegetazione infestante e specie esotiche nei vigneti del Piemonte meridionale (Italia)

Invasive vegetation and exotic species of vineyards in southern Piedmont (Italy)

Le comunità vegetali sono espressione delle caratteristiche geo-pedologiche e microclimatiche del territorio in cui si sviluppano e si modificano nella composizione floristica al variare dei diversi fattori ecologici. Analisi sulla vegetazione spontanea dei vigneti in Italia sono state condotte in Friuli-Venezia Giulia (Poldini *et al.*, 1998) e nelle Marche (Baldoni *et al.*, 2001). La vegetazione infestante i vigneti è soggetta ad una elevata pressione antropica e mostra significativi cambiamenti nella composizione floristica anche a seconda delle diverse tecniche colturali esercitate. L'utilizzo di nuove forme di coltivazione industriale e l'abbandono di quelle tradizionali hanno causato spesso la scomparsa di specie storicamente legate ai vigneti e l'affermazione di numerose neofite che si sono stabilite in queste cenosi. Lo scopo di questa ricerca è lo studio della vegetazione infestante dei vigneti del Piemonte meridionale che variano con l'alternarsi delle stagioni primaverile, estiva ed autunnale. L'analisi della vegetazione spontanea infestante è stata condotta attraverso 95 rilievi fitosociologici, secondo il metodo sigmatista della scuola di Zurigo-Montpellier, realizzati dal 2002 al 2008, dalla precoce primavera all'inizio dell'autunno. I dati ottenuti sono stati elaborati con metodi statistici (*cluster analysis* e PCoA), tramite il *software* Syntax 2000 (Podani, 1993), che consentono di identificare le diverse comunità vegetali e di visualizzarne i rapporti intercorrenti. È stato inoltre compilato un elenco della flora ed analizzati i tipi corologici e biologici secondo Pignatti (1982). La nomenclatura floristica fa riferimento a Pignatti (1982) e alla *check-list* di Conti *et. al.* (2005). La classificazione dei rilievi ha messo in evidenza due *cluster* ben definiti che individuano la vegetazione primaverile-estiva dominata dall'alleanza *Fumario-Euphorbion* T.Müller in Görs 1966 e quella estivo-autunnale rappresentata dall'alleanza *Panico-Setarion* Sissingh in Westhoff *et al.* 1946. In particolare tutte le cenosi presentano alcune specie in comune, molte esotiche appartenenti soprattutto alla classe *Stellarietea mediae* R.Tx.Lohm. & Preis. in R.Tx. 1950 (ad es. *Veronica persica, Erigeron annuus, Solidago gigantea, Conyza canadensis, Ambrosia artemisiifolia, Amaranthus retroflexus, Tulipa praecox*); questo a causa delle tecniche agronomiche che favoriscono la diffusione uniforme delle specie alloctone, in accordo anche con quanto osservato da Poldini *et al.* (1998) per il Friuli-Venezia Giulia. Dall'analisi della flora si rileva un contingente di 196 specie, di cui il 12,8% cosmopolite e il 5,2% alloctone, rispettivamente 25 e 10 entità.

Bibliografia

Baldoni M., Biondi E. & Loiotile A., 2001 – La vegetazione infestante i vigneti nelle Marche. *Fitosociologia*, 38 (2): 63-68.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An annotated Checklist of the Italian vascular flora. *Palombi edittori*, Roma.

Pignatti S., 1982 – Flora d'Italia. *Edagricole*, Bologna.

Podani J., 1993 – Syn-tax: PC-computers programs for multivariate data analysis in ecology and systematic. Version 5.0. User's guide. *Scientia Publishing*, Budapest.

Poldini L., Oriolo G. & Mazzolini G., 1998 – The segetal vegetation of vineyards and crop fields in Friuli-Venezia Giulia (NE Italy). *Studia Geobotanica*, 16: 5-32.

Flora Andreucci
DISAV, Università degli Studi del Piemonte Orientale "Amedeo Avogadro", Via G. Bellini 25/G, 15100 Alessandria, Italia
e-mail: fandreuc@unipmn.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Gianluigi Bacchetta, Francesco Mascia, Olga Mayoral García-Berlanga &
Lina Podda

Dati preliminari sulla flora aliena delle aree umide della Sardegna (Italia)

Preliminary data on the alien flora in Sardinia wetlands (Italy)

Il presente lavoro illustra i risultati preliminari di un'indagine mirata all'identificazione delle specie vegetali di origine alloctona che si instaurano negli ambienti umidi della Sardegna, del loro status nell'Isola e degli aspetti ecologici che caratterizzano i rapporti tra specie ed ambienti colonizzati. Il territorio di indagine comprende i seguenti ambienti naturali considerati come zone umide e suddivisi in quattro categorie.

1) Zone umide ad acque di transizione: *coastal wetlands* (baie e sistemi estuarini, stagni costieri e bacini lagunari, corpi idrici retrodunali ed ambienti ad acque iperaline) e bacini endoreici.

2) *Freshwater wetlands* (zone umide ad acque dolci, ferme o debolmente correnti): stagni, paludi, fossi, bassi alvei dei corsi d'acqua, ambienti umidi effimeri ad acque oligotrofe, mesotrofe, eutrofe.

3) Corpi idrici ad acque correnti: ambienti ripariali e sistemi umidi legati ai corsi d'acqua, ad acque oligotrofe, mesotrofe, eutrofe.

4) Ambienti umidi semi-naturali o strettamente legati alle attività umane: aree adibite a colture idrofile (principalmente risaie), canali di irrigazione, fontanili e pozze destinate all'abbeverata del bestiame, bacini artificiali per la raccolta e accumulo di acque superficiali e meteoriche (bacini collinari, dighe).

A seguito delle ricerche effettuate sul campo e in accordo con il materiale bibliografico disponibile si è giunti all'identificazione di 97 entità vegetali di origine alloctona legate alle zone umide in Sardegna appartenenti a 40 famiglie diverse. Tra le famiglie con il maggior numero di entità si segnalano le Poaceae (16), seguite dalle Cyperaceae (7), dalle Asteraceae (6) e dalle Salicaceae (5).

Per quanto concerne le forme biologiche, prevalgono le terofite (31%) e secondariamente le fanerofite (28%), seguono le geofite (16%), le emicriptofite (11%), le idrofite (10%), le nanofanerofite (3%) e le camefite (1%).

Relativamente alla provenienza geografica risulta che il maggior numero di entità è di origine tropicale (38%), mentre quelle di origine mediterranea sono soltanto il 10%. A questo proposito è legata un'altra distinzione, che è stata fatta tra le specie di questo elenco riguardante la loro introduzione prima e dopo il 1492/1500, differenziando così le neofite (71%) dalle archeofite (29%). Questa è un'importante considerazione da fare per le alloctone perché la maggior parte delle specie invasive sono neofite ed introdotte dopo questo periodo da paesi tropicali. Infatti, delle 97 specie alloctone considerate in questo elenco ben il 10 % si riferisce a specie invasive di cui il 70% tropicali, mentre il 30% sono di origine sud-africana. Dall'analisi dello status risulta che la maggiore percentuale delle specie appartiene alla categoria naturalizzate (58%), seguono le casuali (28%), le invasive (10%) e le dubbie (4%).

Degli ambienti analizzati, ospitano un maggior numero di specie quelli ad acque dolci, ferme o debolmente correnti (30%), seguono i corpi idrici ad acque correnti (18%).

La dispersione di specie alloctone che si inseriscono preferenzialmente negli ambienti umidi della Sardegna è strettamente legata a diverse attività umane. Le attività produttive come la coltura del riso hanno incrementato un numero considerevole di queste attraverso l'introduzione passiva di semi dalle sementi. A conferma di ciò, l'11% delle alloctone delle aree umide della Sardegna sono segnalate in ambiente di risaia.

Altri fattori antropici che favoriscono la naturalizzazione di specie aliene negli ambienti umidi sardi sono le attività di tipo ricreativo ed estetico. L'utilizzo indiscriminato e non regolamentato di queste a scopo ornamentale in giardini, acquari e laghetti urbani, ha portato non di rado alla loro spontaneizzazione in zone umide ad acque dolci, grazie alla elevata capacità di disseminazione e propagazione per via vegetativa. Il 53% delle aliene presenti nelle zone umide della Sardegna sono comunemente commercializzate ed utilizzate negli ambiti sopracitati. Anche opere di riqualificazione ambientale, come le pratiche di fitodepurazione di acque inquinate e a notevole carico organico, hanno incrementato la diffusione di idrofite ed elofite non autoctone. In seguito s'intende continuare lo studio delle specie aliene nelle zone umide della Sardegna e approfondire le ricerche soprattutto per quelle specie considerate invasive o potenzialmente tali, al fine di elaborare strategie di controllo e/o eradicazione.

Gianluigi Bacchetta, Francesco Mascia & Lina Podda
Centro Conservazione Biodiversità (CCB), Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Cagliari,
Viale S. Ignazio da Laconi 13, 09123 Cagliari, Italia
e-mail: info@ccb-sardegna.it
Olga Mayoral García-Berlanga
Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Carretera Nazaret-Oliva s/n, 46730 Grao de Gandia (Gandia), España
e-mail: olmagar@upvnet.upv.es

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Gianluigi Bacchetta, Olga Mayoral García-Berlanga & Lina Podda

Comparazione della flora aliena della Sardegna e della Spagna insulare e peninsulare

Comparison between the alien flora of Sardinia and Spain insular and peninsular territories

Viene presentato un primo contributo relativo alla flora aliena della Sardegna e alla sua comparazione con le flore esotiche delle Isole Baleari (Moragues & Rita, 2005; Vilà & Muñoz, 1999) e della Spagna peninsulare ed insulare (Sanz Elorza *et al.*, 2004). Le entità della checklist sarda sono state ordinate in base allo schema terminologico proposto da Richardson *et al.* (2000) e riadattato da Pyšek *et al.* (2004). Per consentire una ulteriore distinzione tra le specie introdotte prima e dopo il 1492/1500, sono state altresì differenziate le neofite dalle archeofite.

In base alle ricerche di campo, d'erbario e bibliografiche, la checklist della flora aliena dell'Isola conta ad oggi 481 unitá tassonomiche, rispetto alle 304 delle Baleari e alle 937 della Spagna s.l. Il 38% della flora aliena della Sardegna risulta in comune con quella delle Baleari ed oltre il 60% con territori della Spagna continentale e insulare.

Le entità censite per la Sardegna risultano comprese in 98 famiglie, di cui quelle maggiormente rappresentate sono: Fabaceae (45 *taxa*), Poaceae (32) e Asteraceae (30). Significativi appaiono anche i dati delle specie riferite a famiglie strettamente esotiche come Aizoaceae (12) e Agavaceae (9). Per le Baleari le famiglie con maggior diversità specifica sono le Asteraceae (30), cui seguono con valori prossimi le Fabaceae (26) e le Poaceae (23); per la Spagna si evidenzia invece la dominanza delle Poaceae (97) e delle Asteraceae (95), seguite dalle Fabaceae (67).

In totale 288 unità tassonomiche aliene della Sardegna, pari al 62% del totale, sono risultate neofite e 174, pari al 38%, archeofite. Delle neofite il 42% risultano naturalizzate, il 38% casuali, il 3% dubbie e ben il 17% invasive. I dati relativi a tale ultima categoria evidenziano che quasi la totalità delle specie invasive della Sardegna sono neofite, l'unica archeofita risulta infatti *Ricinus communis* L. In totale la categoria delle invasive arriva al 10,4% della flora alloctona. I dati sono sensibilmente inferiori a quelli dei territori comparati, infatti per le Baleari le invasive risultano pari al 13,8% e per la Spagna al 13,1%.

Dall'analisi dello spettro biologico dei tre territori a confronto (Sardegna, Baleari e Spagna s.l.) risulta che la maggiore percentuale è data dalle fanerofite (40%, 34%, 36%) e secondariamente dalle terofite (31%, 30%, 26%); seguono le emicriptofite (12%, 12%, 16%), le geofite (9%, 10%, 10%), le camefite (6%, 13%, 8%) e in ultimo le idrofite (2%, 1%, 4%). Questi dati sono molto simili tra loro e assai discordanti con quelli relativi alle flore autoctone di tutti i territori indagati, dove invece la maggior parte delle unità tassonomiche sono di tipo terofitico. Il dato appare spiegabile con una maggiore selezione volontaria da parte dell'uomo delle specie legnose per usi specifici quali quello ornamentale, vivaistico e forestale.

L'analisi dei dati riguardante l'origine geografica della flora alloctona della Sardegna, evidenzia la dominanza dell'elemento americano s.l. (30%) rispetto a quello mediterraneo (17%), seguono con valori sensibilmente più bassi le specie provenienti dall'Asia (11%), dalla regione Saharo-Arabica (11%) e da quella Capense (8%). Per quanto riguarda i dati delle Baleari e della Spagna s.l., i risultati non si discostano da quelli del territorio sardo, dominano, infatti, le specie americane s.l. (comprendenti anche le neotropicali) sia per le Baleari (32%) che per la Spagna s.l. (38%).

Al fine di verificare l'impatto sugli ecosistemi, si è realizzata inoltre una analisi comparata degli habitat maggiormente sensibili. Per la Sardegna risultano più soggetti ai fenomeni di neocolonizzazione quelli agricoli (33%) e ruderali (28%), seguono le zone umide (11%) e litorali (10%). Anche per le Baleari e la Spagna s.l. gli habitat maggiormente a rischio sono risultati quelli ruderali (52%, 70%) e secondariamente quelli agricoli (19%, 12%).

Le indagini che si stanno implementando hanno il fine di definire in dettaglio l'incidenza della flora aliena sulle specie e gli habitat presenti in Sardegna, di elaborare le necessarie strategie di contenimento o eradicazione e le possibili azioni di mitigazione degli impatti di tipo socio-economico.

Bibliografia

Moragues Botey E. & Rita Larrucea J., 2005 – Els vegetals introduïts a les Illes Balears. *Documents tècnics de conservaciò. Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient. II època*, 11: 1-109.

Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004 – Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1): 131-143.

Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D. & West C. J., 2000 – Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.

Sanz Elorza M., Dana Sánchez E. D. & Sobrino Vesperinas E., 2004 – Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España. *Ministero de Medio Ambiente*, Madrid.

Vilà M. & Muñoz I., 1999 – Patterns and correlates of exotic and endemic plant taxa in the Balearic islands. *Ecologia mediterranea*, 25 (2): 153-161.

Gianluigi Bacchetta & Lina Podda
Centro Conservazione Biodiversità (CCB), Dipartimento di Scienze Botaniche, Università degli Studi di Cagliari,
Viale S. Ignazio da Laconi 13, 09123 Cagliari, Italia
e-mail: info@ccb-sardegna.it
Olga Mayoral García-Berlanga
Universidad Politécnica de Valencia (UPV), Carretera Nazaret-Oliva s/n, 46730 Grao de Gandia (Gandia), España
e-mail: olmagar@upvnet.upv.es

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Elena Barni, Simone Falzoi, Lucia Sitzia, Federico Spanna &
Consolata Siniscalco

Invasioni di piante esotiche lungo il gradiente altitudinale nelle Alpi: individuazione di fattori climatici limitanti

Alien plant invasion along the elevation gradient in the Alps: assessing climatic limiters

I sistemi montuosi sono considerati con crescente interesse da parte degli ecologi in quanto rappresentano aree modello per lo studio degli effetti dei cambiamenti globali sugli habitat naturali e, in particolare sulla componente vegetale. Oltre a presentare flore ricche e ad elevato numero di specie endemiche che contribuiscono a caratterizzare un mosaico di habitat naturali estremamente eterogeneo, presentano gradienti ambientali marcati che variano, su distanze relativamente brevi, in funzione della quota. Inoltre, rispetto al problema delle invasioni biologiche, sono ambienti minacciati, ma non ancora fortemente invasi. È possibile quindi seguire l'evoluzione dei processi di invasione a partire dagli stadi iniziali ed analizzarne i meccanismi in relazione a precisi gradienti ambientali. Infine, con riferimento ai problemi gestionali, gli interventi di controllo e di eradicazione possono attuarsi con maggior successo agendo su processi di invasione negli stadi iniziali o in corso, rispetto ad interventi in zone di pianura già pesantemente compromesse.

Studi che analizzino il fenomeno delle invasioni biologiche nei sistemi montuosi sono ancora scarsi e riguardano prevalentemente aree in regioni mediterranee o tropicali, nonostante il recente impulso derivante dal progetto MIREN (www.miren.ethz.ch). La distribuzione altitudinale delle specie esotiche mostra una notevole variabilità fra le diverse regioni, ma è generalmente influenzata dal disturbo, dal tipo e dalla quantità di propaguli diffusi e da barriere ambientali che, salendo in quota, sono principalmente rappresentate dal clima piuttosto che dalla competizione da parte di specie native.

Vengono quindi presentati i risultati di uno studio condotto sulle Alpi con l'obiettivo di valutare l'attuale distribuzione di piante esotiche nelle vallate alpine più antropizzate e di individuarne il limite di risalita in quota correlandolo a diverse variabili climatiche.

Sono state rilevate 69 specie esotiche in 279 *plots* situati al margine del corso d'acqua principale, lungo il gradiente altitudinale, in cinque valli alpine. *Solidago gigantea* (33%), *Conyza canadensis* (29%), *Reynoutria japonica* (29%), *Bidens frondosa* (28%), *Buddleja davidii* (25%) sono risultate le specie più frequenti e, ad eccezione di *S. gigantea*, sono tutte capaci di raggiungere quote superiori ai 900 m.

La presenza di specie esotiche diminuisce esponenzialmente all'aumentare della quota: a partire da 1.830 m la probabilità di trovare specie esotiche in zone riparali è risultata inferiore all'1%. Questo limite altitudinale corrisponde ad un valore di temperatura primaverile media (indice climatico che maggiormente spiega l'attuale *pattern* di distribuzione delle specie esotiche rispetto alla quota) di 2,4 °C.

La definizione dei fattori climatici che determinano particolari limiti di distribuzione rappresenta uno strumento utile per individuare le aree non ancora invase, ma potenzialmente vulnerabili, permettendo di intervenire con piani di gestione finalizzati alla prevenzione.

Elena Barni, Simone Falzoi, Lucia Sitzia & Consolata Siniscalco
Dipartimento di Biologia Vegetale, CEBIOVEM, Università degli Studi di Torino, Viale Mattioli 25, 10125 Torino, Italia
Elena Barni e-mail: elena.barni @ unito.it
Federico Spanna
Settore Fitosanitario, Sezione di Agrometeorologia, Regione Piemonte, Via Livorno 60, 10144 Torino, Italia
e-mail: federico.spanna@regione.piemonte.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Giuseppe Brundu

La legislazione italiana in materia di specie vegetali alloctone
Italian legislation on alien plants

Le invasioni biologiche sono un processo ambientale che richiederebbe di essere affrontato, in primo luogo, con adeguate norme di diritto internazionale dell'ambiente, disciplina che nasce e si sviluppa in relazione all'estensione di diversi problemi di natura globale, come i cambiamenti climatici, l'inquinamento marino, la diminuzione della biodiversità, la desertificazione (Lugaresi, 2008). Esiste però un'oggettiva difficoltà nell'imposizione di obblighi rigorosi agli Stati ed alle multinazionali, oltre alla necessità di non interferire con le regole dettate da organismi come la *World Trade Organisation*. Si sono affermati soprattutto alcuni principi generali, come l'obbligo di "cooperare per la tutela dell'ambiente" di cui alla Dichiarazione di Stoccolma del 1972. Le diverse problematiche sono state affrontate soprattutto attraverso strumenti così detti di *soft law*, ossia per mezzo di risoluzioni e dichiarazioni di natura non vincolante. Non è stata istituita alcuna procedura giudiziale specifica per risolvere i casi di violazione delle norme, si è preferito invece istituire un certo numero di organismi con funzioni di controllo e di prevenzione (Cassese, 2004). In un periodo di tempo relativamente limitato, la comunità internazionale ha sperimentato la progressiva entrata in vigore di un imponente *corpus* di norme in materia ambientale, molte delle quali trattano direttamente od indirettamente delle invasioni biologiche (ad es., la *International Convention for the control and management of ships' ballast water and sediments*, 13/02/2004). Uno dei primi riferimenti è presente nella Convenzione di Berna. Le parti contraenti s'impegnano a "controllare rigorosamente l'introduzione di specie non indigene". La Convezione sulla Biodiversità (CBD), ratificata dall'Italia con la L. n. 124/1994, richiede ai Paesi firmatari di impegnarsi quanto più possibile e con i sistemi più idonei, per "prevenire l'introduzione, promuovere il controllo e l'eradicazione" di quelle specie esotiche che minacciano la conservazione di ecosistemi, habitat od altre specie. La CBD è senza dubbio il riferimento più importante, cui si rifanno diverse fonti comunitarie e nazionali, come il DPR n. 357/1997 e succ. mod., recante l'attuazione in Italia della Dir. n. 92/43/CEE del Consiglio del 21/05/1992. Nonostante lo sforzo della EU teso al perseguimento degli obbiettivi della CBD, per quanto concerne le specie esotiche il Consiglio dell'Unione Europea ha recentemente richiamato la Commissione sulla necessità di "*assess gaps in the current legal, policy and economic framework for the prevention of introduction and for the control and eradication of invasive alien species*" (2773rd *Council Meeting - Environment*, 16/12/2006). In effetti, coesistono tuttora a livello comunitario norme piuttosto contrastanti in materia di IAS (*Invasive Alien Species*).

In Italia, le modifiche al Titolo V della costituzione (ex L.C. n. 3/2001) hanno dato ingresso esplicito nel testo costituzionale alla "tutela dell'ambiente e dell'ecosistema" (art. 117.2.s), materia rientrante nella potestà legislativa dello Stato. Tuttavia è da rilevare che tra le materie di legislazione concorrente delle regioni (art. 117.3) ve ne sono diverse che hanno relazioni evidenti con le invasioni biologiche (tutela della salute; governo del territorio; valorizzazione dei beni culturali ed ambientali; produzione, trasporto e distribuzione nazionale dell'energia). Inoltre nell'ambito della potestà legislativa regionale residuale (art. 117.4) è verosimilmente possibile ricomprendere "agricoltura e foreste, caccia e pesca" (De Marzo *et al.*, 2005).

Nonostante le IAS costituiscano una minaccia per "ambiente ed ecosistemi", non esiste ancora un piano od un quadro di riferimento nazionale unitario e non sono note applicazioni di "strumenti" come il "danno ambientale" (ex D.Lvo n. 152/2006) che sarebbero tuttavia applicabili in linea di principio anche alle invasioni biologiche. Solo alcune norme regionali hanno prestato particolare attenzione al problema e rivestono pertanto portata innovativa (ad es. la L.R. 31/03/2008, n. 10, della Regione Lombardia, od alcune norme del piano paesaggistico della Regione Sardegna). Per il resto, si citano le specie esotiche in diversi atti normativi, non sempre utilizzando una terminologia coerente ("specie estranee" ex art. 11.3 L. n. 394/1991; "specie avventizie" ex DGR n. 1004, 30/06/2008, della Regione Emilia-Romagna) e con punti di vista, talvolta, tra loro molto contrastanti. È del tutto assente lo sforzo di adeguare gli strumenti normativi nazionali a strategie globali ed integrate già condivise a livello internazionale (come la *European Strategy on IAS* del 2003, o il *Code of conduct on horticulture and invasive alien plants* della EPPO), nonché lo studio di misure adeguate anche a livello locale o secondo il principio della sussidiarietà, per la prevenzione, la rimozione, il controllo ed il monitoraggio. La normativa vigente risulta, infine, altrettanto insufficiente sotto il profilo sanzionatorio.

Bibliografia

Cassese A., 2004 – Diritto internazionale. II. Problemi della comunità internazionale. *Il Mulino*, Bologna.

De Marzo G., Liguori A. & Mancuso G., 2005 – La tutela dell'ambiente tra prevenzione e repressione. Esame degli illeciti civili e amministrativi. *IPSOA*, Milano.

Lugaresi N., 2008 – Diritto dell'ambiente. III Ed. *CEDAM*, Padova.

Giuseppe Brundu
Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, Regione Autonoma della Sardegna,
Direzione Generale CFVA, Via Biasi 7, 09131 Cagliari, Italia
e-mail: gbrundu@regione.sardegna.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Guido Brusa, Daniela Grande, Bruno E. L. Cerabolini, Fulvio Enrico Caronni & Roberto Castrovinci

Robinia viscosa Vent., una neofita negletta della flora italiana

Robinia viscosa Vent., an overlooked neophyte of the Italian flora

Al genere *Robinia* sono attribuite quattro specie (Isely & Peabody, 1984), tre delle quali (*R. pseudoacacia* L., *R. hispida* L. e *R. viscosa* Vent.) originarie degli Stati Uniti orientali ed una (*R. neomexicana* A.Gray) di quelli sud-occidentali al confine con il Messico.

Otre a *R. hispida*, riportata come coltivata e spontaneizzata nelle Marche (Viegi *et al.*, 2003), e a *R. neomexicana*, riportata come subspontanea per la sponda lombarda del Lago di Garda (Guarino, 1995), l'unica specie di questo genere segnalata come naturalizzata in Italia, per di più su tutto il territorio nazionale (Conti *et al.*, 2005), risulta essere *R. pseudoacacia*. Tuttavia Stucchi (1972) segnalava come "naturalizzata da tempo" ad ovest di Milano anche *R. viscosa*, che "si distingue da *R. pseudoacacia*, con una certa evidenza solo durante la fioritura oppure toccando intenzionalmente i rami giovani". A seguito di questa segnalazione non si trova più menzione di *R. viscosa*, né in elenchi su scala nazionale (viene indicata tra le "esotiche coltivate non spontaneizzate" da Viegi *et al.*, 1974), né tantomeno in flore locali.

Recenti indagini hanno però evidenziato come esemplari *R. viscosa* var. *viscosa* siano diffusamente presenti allo stato spontaneo tra le province di Milano e Varese. Di fatto le difficoltà riscontrate nell'immediato riconoscimento da *R. pseudoacacia* condizionano le ricerche. Soltanto nel periodo di fioritura, che avviene quando la congenere è ormai quasi completamente sfiorita (seconda metà di maggio-inizio giugno, a cui si aggiunge un secondo periodo di fioritura tra la fine di luglio e l'inizio di agosto, in concomitanza con una fioritura secondaria di *R. pseudoacacia*), gli esemplari di *R. viscosa* risultano prontamente distinguibili tra quelli assai più numerosi di *R. pseudoacacia*. Una determinazione sicura è possibile considerando i caratteri riportati nella seguente tabella, ricavata da Isely & Peabody (1984) con l'aggiunta di osservazioni personali inedite.

Caratteri		*R. viscosa*	*R. pseudoacacia*
Rami dell'anno	colore	rosso-bruno oppure verde più o meno arrossato	verde, talvolta variegato di bruno
	indumento	peli ghiandolari subsessili, raramente con breve peduncolo	assente
	sezione trasversale	leggermente angolosa, non o poco scanalata	fortemente angolosa e scanalata
Asse del racemo	indumento	peli ghiandolari subsessili o con breve peduncolo	minutamente pubescente
Brattee fiorali	lunghezza	7-9 mm	≤ 6 mm
	apice	bruscamente e lungamente aristato	non o brevemente aristato
Calice	colore	rosa-rosso, screziato di verde-giallastro	verde-giallastro, talvolta arrossato
Corolla	colore	bianco-rosato, variegato di rosa soprattutto sul vessillo	bianco, di rado screziato di rosa
Legume	indumento	peli ghiandolari con evidente peduncolo, raramente subsessili	assente
	ala (lato ventrale)	impercettibile	evidente

I fiori di *R. viscosa* sono lievemente profumati, ma comunque più vistosi di quelli di *R. pseudoacacia*. Essendo ravvisabili caratteri vegetativi distintivi tra le due specie (colore e soprattutto indumento dei giovani rami), il riconoscimento può avvenire anche durante la stagione di riposo.

Nell'area esaminata *R. viscosa* si comporta come una neofita a moderato carattere invasivo. Si rinviene in boscaglie pioniere e boschi degradati, spesso di modesta superficie, dove cresce soprattutto al margine della vegetazione forestale. In bosco, dove non è stata osservata rinnovazione da seme ma soltanto da ceppaia, dominano nel complesso le specie di *Galio-Urticetea* e più in generale le sinantropiche, mentre quelle di *Querco-Fagetea* sono infrequenti e di solito con basse coperture. Ecologicamente si comporta quindi come una specie pioniera (si osservano di frequente giovani esemplari lungo le scarpate stradali), similmente a *R. pseudoacacia*; mostra comunque una scarsa capacità di competizione nei confronti di *Prunus serotina* Ehrh. e perfino della congenere.

Bibliografia

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An annotated checklist of the Italian vascular flora. *Palombi Editore*, Roma.

Guarino R., 1995 – Segnalazione di piante nuove o interessanti rinvenute lungo la sponda occidentale del lago di Garda (Lombardia). *Archivio Geobotanico*, 1: 71-75.

Isely D. & Peabody F. J., 1984 – *Robinia* (Leguminosae: Papilionoidea). *Castanea*, 49: 187-202.

Stucchi C., 1972 – Appunti di flora lombarda. *Informatore Botanico Italiano*, 4: 34-36.

Viegi L., Cela Renzoni G. & Garbari F., 1974 – Flora esotica d' Italia. *Lavori della Società Italiana di Biogeografia*, 4: 125-220.

Viegi L., Vangelisti R., D'Eugenio M. L., Rizzo A. M. & Brilli-Cattarini A., 2003 – Contributo alla conoscenza della flora esotica d'Italia: le specie presenti nelle Marche. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie, Serie B*, 110: 97-162.

Guido Brusa, Daniela Grande & Bruno E. L. Cerabolini
Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, 21100 Varese, Italia
Guido Brusa e-mail: guido.brusa@uninsubria.it
Fulvio Enrico Caronni & Roberto Castrovinci
Parco Lombardo della Valle del Ticino, Via Isonzo 1, 20013 Pontevecchio di Magenta (MI), Italia
e-mail: boschi@parcoticino.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Maura Brusoni & Roberta Negri

Valutazione della potenziale capacità invasiva di specie vegetali alloctone nell'agroecosistema

Assessing the invasion potential of exotic plants in agricultural ecosystem

Gli ambienti coltivati rappresentano degli ecosistemi a mosaico nei quali gli aspetti di vegetazione naturale si configurano come frammenti intervallati da campi coltivati e insediamenti umani e il grado di disturbo crescente determina variazioni della vegetazione naturale, seminaturale e "antropogena", parallelamente alla riduzione della biodiversità.

La presa di coscienza dell'importanza della salvaguardia della biodiversità ha fatto sì che la sua conservazione venisse integrata nelle politiche ambientali, sia a livello globale che locale, fino a scala regionale. In tale ambito tra gli strumenti di tutela della biodiversità va segnalata l'applicazione delle misure agroambientali previste dalla normativa europea. Allo scopo di incentivare un miglioramento dell'ambiente agrario dal punto di vista naturalistico e paesaggistico, la Regione Lombardia, nell'ambito dei successivi Piani di Sviluppo Rurale, ha attuato le normative CE. Sotto l'aspetto vegetazionale la progressiva perdita di biodiversità non si manifesta solo quantitativamente come riduzione della ricchezza specifica, ma anche sotto l'aspetto qualitativo come modificazione nella composizione floristica delle comunità vegetali in cui si assiste alla comparsa di una flora di sostituzione costituita da specie nuove, per la maggior parte esotiche, che vanno a competere con le autoctone. L'invasione degli ecosistemi naturali da parte delle specie esotiche rappresenta una delle maggiori minacce per la biodiversità globale. È universalmente riconosciuto che le specie invasive influenzano la struttura e le funzioni dell'ecosistema riducendo in particolare la ricchezza delle specie autoctone, oltre a rappresentare un problema concreto per l'ambiente agricolo in seguito alla loro elevata capacità di infestare le coltivazioni.

Conseguentemente alla problematica esposta, è stato intrapreso uno studio della biodiversità vegetale in habitat naturali, coltivati e marginali, nell'ecosistema agricolo, appartenenti ad aziende agricole che praticano diverse tecniche di gestione al fine di disporre di elementi di valutazione del raggiungimento o meno degli obiettivi prefissati dalle direttive comunitarie. La valutazione della biodiversità vegetale ha preso in considerazione la componente quantitativa (ricchezza specifica, equitabilità, dominanza) e l'aspetto qualitativo, ossia la modificazione nella composizione floristica delle comunità vegetali, al fine di valutare la percentuale di presenza di specie esotiche nelle comunità sinantropiche che occupano i coltivi e le fasce non coltivate e la possibilità da parte di queste ultime di rappresentare ambienti rifugio per potenziali specie infestanti delle coltivazioni. Nell'ambito di aziende agricole, in provincia di Pavia e Milano, che praticano diversi tipi di gestione (convenzionale, biodinamica e con applicazione delle misure agroambientali) sono stati eseguiti i rilievi fitosociologici secondo il metodo di Braun-Blanquet nei seguenti habitat: campi coltivati, ambienti marginali, fasce di vegetazione spontanea inframmezzate ai coltivi. La determinazione delle specie vascolari è stata eseguita utilizzando la "Flora d'Italia" di Pignatti (1982). È stato eseguito lo studio floristico della componente vegetale vascolare ricavando gli spettri biologico e corologico ponderati. Le specie esotiche presenti sono risultate rispettivamente il 9,3% delle specie rilevate nell'azienda biodinamica, il 6,5% nell'azienda che applica le misure agroambientali e l'11,6% nell'azienda convenzionale. Nell'azienda biodinamica il 27,2% delle esotiche è rappresentato da specie già incluse nella lista delle invasive redatta dall'EPPO (European Plant Protection Organisation), nell'azienda con misure agroambientali il 12,5% e nella convenzionale 14,2%. Successivamente per le specie esotiche presenti nelle tre realtà gestionali e non incluse tra le invasive è stato applicato un protocollo di valutazione della potenziale capacità invasiva (Weber & Gut, 2004) secondo il quale le specie vengono classificate in tre categorie di rischio potenziale (specie a elevato rischio, specie che necessitano di ulteriori osservazioni e controlli, specie a basso rischio) basandosi principalmente sulle caratteristiche biogeografiche ed ecologiche di ogni singola specie. Tale approccio consente di valutare la maggiore o minore capacità di una specie alloctona di diventare invasiva e di rappresentare quindi un pericolo per la biodiversità dell'ecosistema in cui si trova consentendo quindi di adottare misure preventive per contenerne la diffusione.

Bibliografia

Pignatti S., 1982 – Flora d'Italia. *Edagricole*, Bologna.

Weber E. & Gut D., 2004 – Assessing the risk of potentially invasive plant species in central Europe. *Journal for Nature Conservation*, 12: 171-179.

Maura Brusoni & Roberta Negri
Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Maura Brusoni e-mail: brusoni@et.unipv.it - Roberta Negri e-mail: Roberta.Negri@miapavia.com

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Ignazio Camarda, Giuseppe Brundu, Luisa Carta & Manuela Manca

La flora esotica della Sardegna
The alien flora of Sardinia

Gli studi sulle specie esotiche della Sardegna, sino al recente passato, sono stati per lo più costituiti da segnalazioni di nuove entità come notazione floristica, piuttosto che da indagini dedicate alle loro più diverse implicazioni. Mancava un'indagine organica sulla flora esotica della Sardegna basata anche sull'uso di metodologie innovative e standardizzate tali da consentire una comparazione con il territorio nazionale e mediterraneo. Il risultato è stato reso possibile da una serie di progetti nazionali ed internazionali, quali l'incarico affidato nel 2000 al Dipartimento di Botanica dell'Università degli Studi di Sassari dal Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente (Camarda, 2001; Camarda & Brundu, 2004), la partecipazione al progetto finanziato dall'Unione Europea denominato EPIDEMIE (*Exotic Plant Invasion: Deleterious Effects on Mediterranean Island Ecosystems*) (Brundu *et al.*, 2003), la partecipazione al progetto EU denominato DAISIE (*Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*) (Lambdon *et al.*, 2008), il progetto di censimento della flora esotica d'Italia coordinato dal Centro Interuniversitario "Biodiversità, Fitosociologia ed Ecologia del Paesaggio" dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", finanziato dal Dipartimento Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. La presentazione descrive i lineamenti fondamentali della flora alloctona della Sardegna acquisiti nel corso dei citati progetti.

L'insieme delle ricerche condotte in Sardegna ha consentito la compilazione di un elenco generale di oltre 900 specie esotiche (Camarda, 2001). Del totale generale, 236 specie possono essere considerate come casuali o naturalizzate negli ambienti naturali o seminaturali. Si tratta per lo più di specie casuali (134, ossia il 56,8% del totale), ma anche naturalizzate (60; 25,4%) ed invasive (42; 17,8%). Vi è, infine, un gruppo di 20 entità criptogeniche, ossia sul cui indigenato sussistono dei dubbi. La provenienza geografica vede 84 specie (pari al 35,6%) dal continente americano, 48 (20,3%) dall'Asia e 31 (13,1%). Circa un terzo (71 su 236) sono specie legnose introdotte per interventi di rimboschimento o come ornamentali, 10 di queste presentano caratteristiche di invasività anche in riferimento alle definizioni IUCN e CBD, ovvero determinano impatti negativi di vario tipo (quali, ad es., *Acacia mearnsii*, *A. saligna*, *Ailanthus altissima*).

Nel complesso, il contingente esotico della Sardegna è differenziato e caratteristico rispetto a quello delle altre regioni italiane, anche insulari, oltre che nei confronti di molte altre isole del Mediterraneo (Lloret *et al.*, 2004, 2005). Gli ambienti costieri, in particolare gli habitat delle garighe e delle dune e gli ecosistemi ripari e delle zone umide, sono quelli maggiormente sensibili e minacciati. In molti casi si tratta anche di Siti di Interesse Comunitario (ex Dir. n. 43/92/CEE) o comunque di siti caratterizzati dalla presenza di un alto contingente di specie endemiche o rare. A parte i casi citati, le specie invasive si inseriscono soprattutto nelle aree coltivate e negli ambienti rimaneggiati ad opera dell'uomo, mentre molti ecosistemi naturali e seminaturali mostrano una resistenza maggiore nei confronti delle specie esotiche attualmente presenti. Tuttavia, il livello elevato di allodiversità costituisce un elemento di rischio potenziale che merita adeguate azioni di monitoraggio e mitigazione.

Bibliografia

Brundu G., Camarda I. & Satta V., 2003 – A methodological approach for mapping alien plants in Sardinia (Italy). In: Plant Invasions: Ecological Threats and Management Solutions. Child L. E., Brock J. H., Brundu G., Prach K., Pyšek P., Wade M. & Williamson M. (eds.). *Backhuys Publishers*, Leiden: 41-62.

Camarda I., 2001 – Ricerca sulle specie vegetali aliene in Sardegna. Rapporto Finale. Convenzione tra il Servizio Conservazione della Natura del Ministero dell'Ambiente e il Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale. *DBEV*, Sassari.

Camarda I. & Brundu G., 2004 – Inventario e Sistema Informativo delle Specie Esotiche della Sardegna. Atti "Informatizzazione degli Erbari e Banche dati". *Informatore Botanico Italiano*, 36 (1): 134-138.

Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C., Arianoutsou M., Essl F., Hejda M., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vilà M., Zikos A., Roy D. & Hulme P. E., 2008 – Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, 80 (2): 101-149.

Lloret F., Médail F., Brundu G., Camarda I., Moragues E., Rita J., Lambdon P. & Hulme P. E., 2005 – Species attributes and invasion success by alien plants on Mediterranean islands. *Journal of Ecology*, 93 (3): 512-520.

Lloret F., Médail F., Brundu G. & Hulme P. E., 2004 – Local and regional abundance of exotic plant species on Mediterranean islands: are species traits important? *Global Ecology & Biogeography*, 13 (1): 37-45.

Ignazio Camarda, Giuseppe Brundu, Luisa Carta & Manuela Manca
Dipartimento di Botanica ed Ecologia vegetale, Università degli Studi di Sassari, Via F. Muroni 25, 07100 Sassari, Italia
Ignazio Camarda e-mail: camarda@uniss.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Massimo Cammarata, Tiziano Bo, Alessandro Candiotto, Massimo Pessino,
Stefano Fenoglio & Giorgio Malacarne

Analisi preliminare della dieta del barbo europeo (*Barbus barbus*) nel Fiume Bormida

Diet of the Common Barbel (*Barbus barbus*) in the River Bormida: preliminary results

Da tempi ormai remoti i nostri ambienti acquatici sono teatro di innumerevoli manipolazioni dei popolamenti ittici. L'uomo, almeno in passato, trovava nella pesca una fonte di sopravvivenza ed aveva imparato a favorire la diffusione di certe specie di pesci che, più di altre, rispondevano alle sue esigenze alimentari e ricreative. Negli ultimi decenni, parallelamente al sempre più marcato impoverimento della fauna ittica, causato da varie forme di alterazioni ambientali, si è assistito all'enorme diffusione di specie alloctone.

La presenza di specie esotiche, generalmente introdotte in modo avventato, ha spesso favorito l'insorgere di gravi inconvenienti nell'ambiente d'immissione, con danni di rilievo nei confronti dei pesci indigeni, con popolazioni già gravemente alterate da situazioni ambientali negative. Tra le molteplici specie esotiche introdotte negli ultimi anni il barbo europeo *Barbus barbus* (Linnaeus, 1758), è una di quelle che ha attirato su di se un'attenzione minore. Questa specie, recentemente comparsa nei fiumi della nostra penisola a seguito di immissioni legate alla pesca sportiva, è stata segnalata per la prima volta nel 1995 ed è ormai largamente diffusa in tutta l'area padano-veneta e nel distretto tosco-laziale. L'areale di distribuzione comprende l'intera Europa centrale e parte di quella orientale, dalla Francia al Mar Nero. Questa specie, apparentemente più robusta e tollerante alle alterazioni ambientali, sta rapidamente sostituendo le popolazioni di barbi autoctoni - il barbo comune, *Barbus plebejus* (Bonaparte, 1839), ed il barbo canino, *Barbus meridionalis* Risso, 1827. Ecologicamente, il barbo europeo è classificato come specie primaria, termofila e principalmente limnofila, tuttavia scarse o nulle sono le informazioni relative al suo comportamento trofico nelle nostre acque interne. In questo lavoro, vengono presentati i risultati preliminari di uno studio condotto nell'autunno del 2007 nel tratto planiziale del Fiume Bormida (provincia di Alessandria). In questo tratto la Bormida è caratterizzata da un alveo con andamento sinuoso, ricco di meandri e con una buona alternanza di ambienti erosivi e ambienti deposizionali.

Lo studio è stato condotto in un tratto di circa 300 m, caratterizzato da un fondo composto in modo prevalente da ciottoli e ghiaia. Il Fiume Bormida, nel tratto oggetto del presente lavoro, nonostante scorra in un ambiente antropizzato con presenza di numerosi centri abitati e intensivamente coltivato, è caratterizzato da una densa e ben strutturata vegetazione riparia. In tutta la porzione planiziale il fiume non presenta grosse alterazioni della morfologia: sono presenti solo piccole dighe o sbarramenti trasversali (senza scale di risalita per l'ittiofauna). Il corso d'acqua è sottoposto, soprattutto nel periodo estivo, a numerosi e puntuali prelievi ad uso irriguo.

Gli esemplari di barbo europeo sono stati catturati con elettrostorditore in due stazioni del fiume nei pressi della città di Alessandria (Casalcermelli e Spinetta Marengo). Questi prelievi fanno parte di un progetto provinciale di rimozione di specie alloctone. La comunità ittica presente nel tratto oggetto dello studio è pesantemente alterata e composta per circa il 70% da specie alloctone, quali il siluro (*Silurus glanis*), il pesce gatto (*Ictalurus* sp.), la pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*), il carassio (*Carassius carassius*), il rodeo amaro (*Rhodeus sericeus*), il persico sole (*Lepomis gibbosus*) e l'aspio (*Aspius aspius*). Per conoscere e quantificare la fauna bentonica invertebrata, durante il periodo di studio, sono stati realizzati anche dei campionamenti quantitativi di fauna macrobentonica, utilizzando un retino di tipo Surber. In totale, sono stati effettuati 78 campionamenti e sono stati raccolti e determinati 15.464 macroinvertebrati. Gli organismi invertebrati sono stati trasportati in laboratorio, dove sono stati determinati e conteggiati con l'ausilio di un microscopio stereoscopico. Dove è stato possibile, si è arrivati alla categoria sistematica del genere o della specie. Per quanto riguarda la dieta del barbo europeo e la selezione trofica delle prede sono stati analizzati i contenuti stomacali di 38 esemplari appartenenti a più classi di età. L'analisi dei dati raccolti in questo lavoro permette di evidenziare numerosi aspetti di notevole interesse: in primo luogo, è stato riscontrato come questi ciprinidi mostrino una buona capacità di adattamento, nutrendosi sia di invertebrati bentonici e detrito organico che di altri pesci, comportandosi quindi da predatori ittiofagi. Tra i *taxa* invertebrati rinvenuti nei contenuti stomacali i più abbondanti sono risultati essere i ditteri (Chironomidae), i tricotteri (Hydropsychidae) e vari molluschi gasteropodi, mentre tra le specie ittiche predate la più frequente era l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*).

In secondo luogo, la componente vegetale può avere nella dieta un'importanza maggiore di quanto sinora supposto. Numerosi stomaci di barbo europeo contenevano, infatti, grandi quantità di alghe e detrito vegetale. La nicchia ecologica di questo alloctono si può quindi ampiamente sovrapporre a quella del barbo comune, riducendone o isolandone sensibilmente le popolazioni già pesantemente destrutturate, soprattutto nei tratti planiziali dei corsi d'acqua padani.

Massimo Cammarata, Tiziano Bo, Massimo Pessino, Stefano Fenoglio & Giorgio Malacarne
Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e della Vita, Università degli Studi del Piemonte Orientale, Via Bellini 25, 15100 Alessandria, Italia
Massimo Cammarata e-mail: cammarata.massimo@libero.it
Alessandro Candiotto - Ufficio Tutela Fauna Ittica, Provincia di Alessandria, Via Galimberti 3a, 15100 Alessandria, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Pier Giorgio Campodonico

Diffusione di specie vegetali alloctone nella Riviera di Ponente

Spreading of exotic plant species in the Ligurian "Riviera di Ponente"

Sulla Riviera ligure di ponente e sull'adiacente Costa Azzurra è stata particolarmente significativa nel XIX secolo la presenza degli inglesi che, con la creazione di giardini hanno iniziato ad introdurre ed acclimatare piante di ogni provenienza. La realtà più famosa ed importante è costituita dai Giardini Botanici Hanbury che, con la loro storia e la quantità di specie introdotte hanno contribuito non poco alla conoscenza ed alla diffusione di piante provenienti da ogni regione del mondo. Dal 1867, anno della loro nascita, i Giardini Botanici Hanbury hanno stimolato una simpatica competizione con gli altri giardini della zona, hanno instaurato una rete di scambi, hanno dato origine alla nascita di vivai piccoli e grandi. Tra questi ultimi non si può tralasciare di ricordare il nome di Ludovico Winter, fondatore del più grande vivaio della Riviera, molto attivo dall'ultimo ventennio del XIX secolo fino all'inizio della prima guerra mondiale, che, a sua volta ha generato una costellazione di vivai, alcuni dei quali attivi ancora ai giorni nostri.

L'acclimatazione ha generato come effetto non voluto la naturalizzazione di specie alloctone, sia di aree relativamente vicine, sia di paesi molto lontani.

Abbiamo proposto una suddivisione delle piante introdotte dal punto di vista del livello di acclimatazione (Campodonico, 1998). Prendiamo in considerazione in questo lavoro esclusivamente le specie definite nella categoria delle spontaneizzate, cioè di quelle specie capaci, attraverso sistemi diversi di disseminazione, di colonizzare spazi e territori più o meno distanti dalla pianta madre.

La spontaneizzazione di specie alloctone è ovviamente legata alla produzione di seme fertile (spesso sono assenti gli impollinatori dei luoghi di origine) e alla capacità di disseminazione.

Il primo elemento ha bisogno di lunghe osservazioni, soprattutto da parte di entomologi, per individuare specie per specie gli insetti indigeni capaci di sostituire gli impollinatori dei luoghi d'origine delle piante esotiche.

I sistemi di disseminazione possono essere suddivisi non soltanto nei due grandi gruppi, anemocoro e zoocoro, ma devono anche essere tenute in considerazione le interferenze dovute all'intervento umano, volontario o preterintenzionale, ed il trasporto dei semi da parte delle acque di ruscellamento.

La disseminazione operata dal vento consente teoricamente la colonizzazione di qualsiasi spazio. In realtà la diffusione delle piante esotiche tende ad occupare quasi esclusivamente spazi ove la concorrenza con la vegetazione autoctona è ridotta: terreni agricoli abbandonati, scarpate e bordi stradali, muri e marciapiedi. Sono in corso indagini sul territorio per definire l'areale di diffusione di *Senecio deltoideus* Less., di *Wigandia urens* (Ruiz & Pav.) Choisy subsp. *urens* e di *Wigandia urens* (Ruiz & Pav.) Choisy subsp. *caracasana* (Humb., Bonpl. & Kunth) Gibson.

Gli uccelli, nutrendosi di frutti più o meno succulenti, contribuiscono alla diffusione di *Sollya heterophylla* Lindl., *Pittosporum heterophyllum* Franch., *Pittosporum tobira* (Thunb. ex Murray) W.T.Aiton., *Cotoneaster integerrimus* Medik., *Rosa banksiae* R.Br. var. *normalis* Regel, *Jasminum fruticans* L., *Enchylaena tomentosa* R.Br. e molte altre.

Anche i mammiferi contribuiscono all'operazione di diffusione. La volpe ed il tasso, nutrendosi con i datteri provvedono alla diffusione non solo di *Chamaerops humilis* L., ma anche di *Phoenix canariensis* hort. ex Chabaud.

Semi pesanti e privi di frutti carnosi o appetibili non avrebbero grandi possibilità di trasferimento se non venissero trasportati dalle acque di ruscellamento: *Mirabilis jalapa* L. è diffuso alla base dei muri lungo le canalette di scolo.

Alcune specie, pur non producendo semi, si sono più o meno abbondantemente diffuse per via vegetativa. La diffusione di *Oxalis pes-caprae* L. è legata alle operazioni di vangatura dei terreni agricoli che facilitano la separazione e la distribuzione dei bulbilli. *Agave angustifolia* Haw. colonizza scogliere e falesie grazie alla grandissima produzione di bulbilli.

L'elencazione delle piante spontaneizzate contenute nel catalogo delle piante che crescono nei Giardini Botanici Hanbury (Campodonico *et al.*, 1996) è incompleto in quanto considera esclusivamente le specie presenti all'interno dei Giardini Botanici Hanbury.

Bibliografia

Campodonico P. G., 1998 – Enumeratio plantarum in Horto Mortolensi cultarum vel sponte nascentium. *Museologia scientifica,* 14 (1), Suppl.: 411-413.

Campodonico P. G., Orsino F. & Cerkvenik C., 1996 – Alphabetical Catalogue of plants growing in Hanbury Botanical Gardens. *Microart's*, Recco.

Pier Giorgio Campodonico
Centro universitario di servizi Giardini Botanici Hanbury, Università degli Studi di Genova
Corso Montecarlo 43, 18039 Ventimiglia (IM), Italia
e-mail: gbhpgc@unige.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Sandra Casellato & Cristina Gonzalo Gòmez

Aquatic invasive alien invertebrate species in northern Italy
Invertebrati acquatici alloctoni invasivi in Italia settentrionale

Biological invasions are predicted to be a major biodiversity change driver in freshwater ecosystems in the next century. So far, Italian inland waters have been reached by 112 non-indigenous species (NIS), 64 invertebrates and 48 vertebrates, representing around 2% of the Italian inland water fauna. NIS have generally colonized northern Italy first and, from there they have spread elsewhere. Thus, northern and central Italy are significantly more affected than southern Italy and the islands, by both invertebrates and vertebrates NIS. Almost all of the invertebrate introductions have been, directly or indirectly, human-mediated, although generally unintentionally. For invertebrates, the most common introduction vectors have been accidental transportation related to stock enhancement, aquaculture and shipping, as well as professional or sport fishing, since some NIS are used as fish food or fish bait. Currently, at least twelve invertebrate invasive species are present in Veneto and Trentino-Alto Adige fluvio-lacustrine basins: *Brachiura sowerbyi* (Beddard, 1892), Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), *Corbicula fluminalis* (Müller,1774), *Ferrissia wautieri* (Mirolli, 1960), *Anodonta woodiana* (Lea,1834), New Zealand Mudsnail *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843), *Haitia acuta* (Draparnaud,1805), *Gyraulus chinensis* (Dunker,1848), Killer Shrimp *Dikerogammarus villosus* (Sowisnky, 1894), Louisiana Red Swamp Crayfish *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) and American Spiny-Cheek Crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817). However, the possibility that other NIS are dwelling in those water bodies cannot be ruled out.

Lake Garda and River Po are undergoing several changes as a consequence of these invasions. Their presence has caused various and severe impacts on lacustrine and riparian ecosystems and on native fauna. In the case of the cosmopolitan *Dreissena polymorpha*, even changes on the food web may occur.

Sandra Casellato
Laboratorio di Ecologia del Benthos, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova
Via U. Bassi 58/B, 35121 Padova, Italia
e-mail: sandra.casellato@unipd.it
Cristina Gonzalo Gòmez
Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Alcalá
Plaza San Diego s/n, 28801 Alcalá de Henares (Madrid), España
e-mail: cristina.gonzalo@uah.es

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Giorgio Chiozzi & Samuele Venturini

Sterilizzazione chirurgica della nutria (*Myocastor coypus*): potrebbe essere un potenziale strumento di controllo?

Surgical sterilization in the Coypu (*Myocastor coypus*): could it be a potential control tool?

La nutria (*Myocastor coypus*) è un roditore originario delle zone subtropicali del Sud America meridionale. In Argentina, in condizioni naturali, i gruppi sociali sono formati da molte femmine adulte e subadulte, un maschio dominante, numerosi maschi adulti e subadulti subordinati e un numero variabile di giovani (Guichon *et al.,* 2003). I maschi dominanti difendono attivamente e marcano il territorio contro le intrusioni di altri maschi (Gosling & Wright, 1994). Mammifero bene adattato all'ambiente acquatico, si è diffuso invasivamente a partire dagli anni 1950 negli ambienti umidi dell'Italia peninsulare e insulare causando talvolta estesi danneggiamenti alle biocenosi acquatiche (Prigioni & Gariboldi, 2001). La nutria costituisce un vettore secondario della leptospirosi e può provocare vasti danni alle coltivazioni e ai manufatti, rispettivamente con il pascolamento e lo scavo di tane (Cocchi & Riga, 2001).

Per il controllo numerico della nutria si utilizzano l'eutanasia, le armi da fuoco e le esche avvelenate. L'INFS individua il primo quale metodo migliore per il controllo della specie (Cocchi & Riga, 2001). Tuttavia, per altre specie invasive di vertebrati terrestri, è stata valutata la possibilità di impiegare per il contenimento la sterilizzazione chimica o chirurgica, quest'ultima sperimentata con successo su canidi, felidi e roditori (De Liberto *et al.*, 1998).

Viene qui presentato un progetto di controllo su colonie urbane e suburbane di nutria nell'ipotesi che individui riproduttori sterilizzati, continuando a difendere il territorio in competizione per il cibo e gli spazi con gli individui fertili, impediscano fenomeni di immigrazione e riducano il tasso riproduttivo della colonia. Questa sperimentazione si ripromette inoltre di trovare un'alternativa all'abbattimento con armi da fuoco o alla soppressione eutanasica, metodi di contenimento della specie a forte impatto ambientale (disturbo alla fauna) e impopolari presso il pubblico più sensibile.

Le aree campione prescelte per la sperimentazione sono situate nell'area urbana e suburbana del comune di Buccinasco (MI). La ricerca comporterà questa prassi:

- cattura di soggetti maschi e femmine secondo le seguenti classi di età: giovani (<6 mesi), subadulti (>6 mesi-1 anno) e adulti (>1 anno) con trappole a gabbia (100×45×45 cm) collocate all'interno del loro territorio vitale e innescate con esche alimentari;
- trasporto dei soggetti catturati presso un ambulatorio dove un veterinario praticherà la sedazione intramuscolare e prosecuzione gassosa in dosi conformi al peso e la successiva operazione chirurgica di sterilizzazione;
- verifica della presenza di lesioni traumatiche e amputazioni da gelo;
- screening epidemiologico per accertare la presenza di anticorpi per patologie infettive, endoparassiti, ectoparassiti e dermatrofiti;
- verifica della presenza di embrioni, loro numero, grado di sviluppo ed eventuale stato di riassorbimento;
- rilevamento delle principali misure biometriche;
- impianto sottocutaneo di microchip e applicazione di marcature visive;
- rilascio degli animali nello stesso luogo di cattura dopo un adeguato periodo di degenza sotto sorveglianza clinica.

Dal punto di vista ecologico, si procederà con:

- la valutazione dell'impatto della specie sulla biocenosi, sulle coltivazioni e sui manufatti attraverso il rilevamento delle tracce di presenza e di alimentazione;
- la valutazione della sopravvivenza dei giovani e del tasso di migrazione/immigrazione attraverso la cattura/ricattura degli esemplari marcati e periodici censimenti delle colonie.

La ricerca verrà condotta a partire dalla fine del 2008.

Bibliografia

Cocchi R. & Riga F., 2001 – Linee guida per il controllo della Nutria (*Myocastor coypus*). Quaderni di Conservazione della Natura 5, *Ministero dell'Ambiente, INFS.*

De Liberto T. J., Gese E. M., Knowlton F. F., Russell Mason J., Conover M. R., Miller L., Schmidt R. H. & Holland M. K., 1998 – Fertility control in coyotes: is it a potential management tool? *Proceedings of the Eighteenth Vertebrate Pest Conference, University of Nebraska*, Lincoln.

Gosling L. M. & Wright K. H. M., 1994 – Scent marking and resource defence by male Coypus (*Myocastor coypus*). *Journal of Zoology*, 234: 423-436.

Guichón M. L., Borgnia M., Fernández Righi C., Cassini G. H. & Cassini M. H., 2003 – Social behavior and group formation in the Coypu (*Myocastor coypus*) in the Argentinean pampas. *Journal of Mammalogy*, 84: 254-262.

Prigioni C. & Gariboldi A., 2001 – *Myocastor coypus* (Molina, 1782) Nutria. In: Atlante dei Mammiferi della Lombardia. Prigioni C., Cantini M. & Zilio A. (eds.). *Regione Lombardia. Università degli Studi di Pavia*, Milano.

Giorgio Chiozzi
Sezione di Zoologia dei Vertebrati, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
e-mail: giorgio.chiozzi@comune.milano.it
Samuele Venturini
Ufficio Diritti Animali, Comune di Buccinasco, Via Roma 2, 20090 Buccinasco (MI), Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Maria Laura Colombo, Tiziana Della Puppa, Francesca Assisi, Paola Moro & Franca Davanzo

Human health problems due to non-native plant species in Lombardy

Problemi per la salute umana dovuti a specie vegetali esotiche in Lombardia

Established ecosystems have developed their own natural balance and controls over time, and plants and animals within those systems find this balance suitable for survival, or they have been able to adapt in order to survive within those conditions. When non-native species from other ecosystems are introduced, they can upset that balance and bring harm to the established plants and animals, and the whole ecosystem. Many plant species have been brought to North Italy in the past centuries. Some of these are well-behaved, other species have no natural controls, and are able to compete and gradually displace the native plants. Variously called: alien, introduced, or exotic, several non-native plants are highly invasive. Some of these were brought here intentionally, for their medicinal or ornamental value, others hidden in soil or crop seed.

In this work we refer about health problems that may arise from contact or ingestion of non-native plant species, either ornamental or weeds.

We can start to take into consideration the ruderal weed, the Common Ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*, Asteraceae family. It was introduced from North and Central America into North Italy in 1900s, mainly in open fields around the international airport of Milano-Malpensa. At present Ragweed is a common plant all over roadsides and disturbed habitats throughout most of Lombardy and Piedmont in North Italy. Because of its wide ecological tolerance, it readily becomes the dominant weed in many disturbed situations. However, there is some concern about negative effects on human health of its pollen, which is an allergen to human subjects and the control of this weedy ruderal species is necessary in the preflowering phase. *A. artemisiifolia* fruits abundantly, producing about 150,000 seeds/plant annually, and germination capacity in the soil is maintained for more than 40 years. With regard to damage resulting from its spreading, its control is actually obligatory and regulated by public acts. Ragweed pollen is one of the primary causes of seasonal pollen allergy in late summer and autumn in northern Italy. Consequently, ragweed pollen and specific allergens extracted from it have been used in many clinical studies, and the biochemistry and genetics of ragweed allergens.

Another non-native species with remarkable productive capacity in terms of biomass is *Potentilla indica* (= *Duchesnea i.*), Rosaceae family, an alien species in the flora of the North of Italy. It is characterized by perennial herbaceous form, with epigeal rooting stolons. Due to its ecological preferences, this species mostly occupies relatively moist, nitrophilous and shaded habitats. At the first sight it looks native Strawberry, *Fragaria* species. This non-native plant, *Potentilla indica*, Indian Strawberry, is a typical example of misidentification with an edible plant species: *Fragaria* species. Mainly the children are attracted by the red "fruit", because it has appearance and texture of a Strawberry. Some characters clearly distinguish these species: Native Strawberry has white flowers, red "fruits" are juicy, sweet and with pleasant aroma, each red "fruit" has many black spots. Indian Strawberry has yellow flowers, red "fruits" are juicy, sour and insipid, each red "fruit" has many stuck out red spots.

Pokeweed (*Phytolacca americana*) is another plant that causes intoxication if ingested as "Wild Asparagus". The Poison Control Centre of Milan, Niguarda Ca' Granda Hospital, monitored 50 occurrences of intoxication during the last 10 years. *P. americana* is native to America, was imported into southern Europe after the mid 18th century, where it became naturalized in regions with a Mediterranean climate. Pokeweed is an easily grown plant, succeeding in most soils and full sun or partial shade. The stout erect stalk is tall, growing to 10 feet or more, turning deep red or purple as the berries ripen and the plant matures. The root is conical, large and fleshy, covered with a thin brown bark. Leaves are about 5 inches long and 2 to 3 inches wide, simple, alternate, ovate-lanceolate, and smooth. The flowers appear from July to September, are long-stalked clusters and each has 5 whitish petals with green centres. The fruit is a rich deep purple round berry, containing a crimson juice. The young shoots are used as poke salad and the leaves as a folk medicine or tea. In both cases, the plant material should be boiled at least twice to get rid of the toxin, according to literature reports. The roots should never be eaten. Failure to do so has caused poisoning in humans. Ingesting a few berries does not cause problems, but larger quantities, if uncooked, can be toxic to humans. Extracts of *P. americana* contain triterpene saponins, mitogenic glycoproteins, lectins (Pokeweed mitogens PWM) and an antiviral acting protein PAP-R. The PWM protein has hemagglutinating, leukoagglutinating, and mitogenic properties, it is not blood group specific, but has affinity for N-acetyl-β-D-glucosamine oligomers.

In conclusion we have to outline that the Plant Kingdom can provide a large number of toxic compounds, some of which very dangerous for the human health. Nevertheless toxic plants are also extremely important because a great number of medicinal drugs (40% ca.) are made up of compounds recovered from such plants. We have to study, in order to identify the still unknown toxic plant. Scientists are always searching for toxic plants, in order to kill malignant cells or to defeat a disease.

Maria Laura Colombo
Dipartimento di Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università degli Studi di Torino, Via Pietro Giuria 9, 10125 Torino, Italia
e-mail: marialaura.colombo@unito.it
Tiziana Della Puppa, Francesca Assisi, Paola Moro & Franca Davanzo
Centro Antiveleni di Milano, A. O. Ospedale Niguarda Ca'Granda, Piazza Ospedale Maggiore 3, 20162 Milano, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Roberto Crosti

Potenziale invasività delle specie utilizzate per *biofuel*. Il caso dell'acacia e del cardo per biomassa

Biofuel species potential invasiveness. Acacia and cardoon alert

La non sostenibilità energetica dei paesi industrializzati, le instabilità geopolitiche dovute all'approvvigionamento di combustibili fossili e l'inquinamento atmosferico prodotto dall'utilizzo di questi hanno favorito il sempre maggiore ricorso all'utilizzo di energia proveniente da fonti rinnovabili come le *biofuel*.

Molte delle specie proposte per la produzione di biomassa sono specie che per le loro caratteristiche fisiologiche e riproduttive possono risultare invasive e potrebbero arrecare danno alla biodiversità sia dei residui di vegetazione, sia delle aree semi-naturali all'interno delle aree agricole. Inoltre, negli ecosistemi agricoli, frammentazione, abbandono dei coltivi, alterazione del ciclo idrogeologico e dei nutrienti, mutamento del regime degli incendi, habitat disturbati e terreni di riporto sono tutti fattori che concorrono alla creazione di nuove nicchie ecologiche che possono essere facilmente occupate da specie invasive.

A questo proposito l'ISPRA ha realizzato un adattamento per l'Italia centrale a clima mediterraneo della valutazione del rischio di invasività delle specie vegetali (WRA, Weed Risk Assessment). L'adattamento è stato successivamente applicato alle specie da *biofuel* ed i risultati hanno valutato come potenzialmente invasive alcune specie attualmente già coltivate ed altre per le quali al momento non esiste un regime colturale in Italia.

Scopo di questa investigazione è di sollevare alcuni dubbi sull'utilizzo di alcune specie in coltivazioni intensive per la produzione di biomassa e proporre possibili forme di mitigazione. In particolare in questo lavoro, a titolo di esempio, analizziamo due specie con diversa forma biologica e corotipo, l'*Acacia saligna* ed il cardo o cardoon (*Cynara cardunculus* var. *altilis*). Entrambe le specie, quando sottoposte al WRA, hanno ottenuto valori simili a specie di invasività nota (quali l'ailanto, la robinia e l'amaranto) e, di conseguenza, la loro dispersione in ambienti naturali potrebbe arrecare danno, rispettivamente, in habitat quali sistemi dunali e costieri, e steppe e pseudosteppe mediterranee.

L'acacia, originaria dell'Australia a clima mediterraneo, ha un comportamento sia da *resprouter* che da *seeder*, è tollerante ai disturbi ed in alcune aree può diventare invasiva dominante. In regioni quali il Sud Africa mediterraneo è considerata una aliena invasiva dannosa per gli ecosistemi naturali. In Italia è stata introdotta principalmente per fini ornamentali e di consolidamento di terreni. Viene proposta per la *Short Forest Rotation* in quanto è una specie molto efficiente nella produzione di biomassa, sia per la presenza di fillocladi sia per la presenza di azoto-fissatori radicali. Produce molti semi che si conservano a lungo nelle banche semi del suolo in quanto ben protetti da coriacei tegumenti esterni. Al momento non si hanno informazioni sui predatori ed in alcune aree costiere del sud Italia compete efficacemente con le specie spontanee negli habitat dunali.

Il cardo o cardoon si è evoluto da pool genetico "autoctono" (*wild relative*), essendo stato domesticato dal carciofo spontaneo (*Cynara cardunculus* var. *sylvestris*), con il quale è completamente interfertile. La specie è ben adattata all'ambiente mediterraneo in Italia e si riproduce principalmente da seme. Le sue caratteristiche fisiologiche e riproduttive ne fanno una potenziale specie invasiva che potrebbe arrecare danno agli habitat ed alle specie native delle comunità a cardi spontanei, delle praterie a graminacee e piante annue, dei coltivi abbandonati dove processi di ri-naturalizzazione secondaria potrebbero essere rallentati. Il cardo, infatti, è stato domesticato per la grandezza del suo fusto ed ulteriormente selezionato proprio per la produzione di biomassa da genotipi di origine spagnola caratterizzati da rapida crescita, efficienza nell'utilizzo delle risorse idriche e capacità riproduttive. Sopralluoghi e rilievi in Italia in prossimità di aree utilizzate per coltivazioni sperimentali hanno accertato la "fuga da coltivo" da parte del cardo. Conseguentemente esiste il rischio di ibridazione con le diverse popolazioni di carciofo spontaneo e di competizione per le risorse con le altre specie spontanee soprattutto in habitat disturbati.

Le caratteristiche delle specie analizzate, sommate alle caratteristiche del *cropping system* (impianti annuali, coltivazioni intensive in diverse zone pedoclimatiche, rischio di raccolta di coltivi ad impollinazione e dispersione dei semi già avvenuta, incentivi economici che potrebbero non essere legati alla produzione -vedi il caso del *decoupling* PAC-) ne fanno due specie potenzialmente invasive.

Per questo motivo per la loro coltivazione a fini energetici sono necessari alcuni procedimenti colturali che ne limitino tali "aggressive" loro caratteristiche.

Nel caso dell'acacia si suggerisce il non utilizzo.

Nel caso del cardo l'utilizzo di cultivar poco invasive, taglio dei capolini fiorali e stazioni di monitoraggio al di fuori della aree di coltivo, pur rendendo meno efficiente la resa energetica ed economica della specie sono azioni di mitigazione necessarie al fine di ridurre e controllare il potenziale impatto sugli habitat naturali, in particolare all'interno di aree agricole ad alto valore naturalistico (HNV) o in prossimità di aree protette.

Roberto Crosti
ISPRA (già APAT- Dipartimento Difesa della Natura, Uso Sostenibile delle Risorse Naturali), Via Curtatone 3, 00185 Roma, Italia
e-mail: roberto.crosti@apat.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Roberto Crosti, Carmela Cascone & Salvatore Cipollaro

L'utilizzo di dati derivanti dalla letteratura scientifica per la valutazione del rischio d'invasività di una specie vegetale. Un caso applicativo per l'Italia centrale a clima mediterraneo

Weed risk assessment: using data from scientific literature to screen plant species invasiveness. Validation process for Mediterranean region of Central Italy

La capacità di poter valutare l'invasività di una specie vegetale è fondamentale sia nella conservazione sia nella gestione degli habitat naturali, soprattutto all'interno degli agroecosistemi. In questi ultimi, infatti, la manipolazione antropica ha modificato gli ecosistemi naturali producendo molti fattori che favoriscono la creazione di nuove nicchie ecologiche provvisoriamente disponibili, determinando radicazione di specie aliene invasive che possono causare danni sia agli habitat semi-naturali sia ai residui di vegetazione spontanea.

In particolare, il germoplasma di alcune specie coltivate può "sfuggire" dalla zona di coltivazione e accelerare il flusso genico delle specie invasive; inoltre il pascolo e lo spostamento di merci rappresentano veri e propri "vettori" per la dispersione di propaguli. In questi ambienti l'espansione della produzione intensiva di specie da *biofuel* in diverse zone pedoclimatiche e con impianti annuali può favorire ulteriormente il rischio di "fuga". Nasce quindi l'esigenza di creare uno strumento di *screening* iniziale per l'introduzione di processi colturali nuovi nel sistema agricolo italiano.

Scopo di questo lavoro è la verifica di un WRA (Weed Risk Assessment) (Pheloung *et al.*, 1999) già adottato in diversi paesi dove viene utilizzato anche per prevenire l'ingresso di specie potenzialmente nocive. Il WRA è un metodo che valuta il potenziale rischio di invasività delle piante mediante analisi relative alla geografia, alla storia ed alla ecofisiologia delle specie. La valutazione determina l'assegnazione di un punteggio secondo il quale a valori alti corrisponde elevata invasività. In base al punteggio le specie possono essere classificate in respinte (invasive) o accettate. Gli autori di questa comunicazione lo hanno adattato alle condizioni biogeografiche e climatiche (Blasi, 1994) per l'Italia centrale a clima mediterraneo e sottoposto ad un caso applicativo.

Sono state scelte *random* 20 specie di piante aliene presenti nel Lazio (Conti *et al.*, 2005). Tali specie sono state sottoposte al WRA con informazioni ricavate da pubblicazioni tecniche e *database* di organizzazioni scientifiche. I risultati ottenuti sono stati confrontati con l'opinione *a priori* di 5 esperti del campo. L'analisi ROC (Receiver Operating Characteristic) è stata utilizzata per testare l'accuratezza del WRA nel discriminare le specie invasive da quelle non invasive. *Single Sample Chi Square* (χ^2) è stato utilizzato per determinare se il numero di specie delle due principali categorie *a priori* (invasive e non) ha frequenza simile a quella delle categorie respinta o accettata ricavate dal WRA. La correlazione tra il punteggio del WRA ed il punteggio *a priori* è stata valutata attraverso il coefficiente di *Pearson*. La validazione del WRA ha anche incluso la valutazione della capacità dei livelli soglia nel differenziare le specie "respinte" da quelle "accettate".

La procedura di valutazione ha identificato correttamente gran parte delle specie invasive e gran parte delle non invasive. L'analisi ROC ha evidenziato un'alta percentuale di specie correttamente identificate come invasive e una bassa percentuale di specie ingiustamente considerate non invasive. Sia il χ^2 che la correlazione hanno evidenziato l'uniformità tra la valutazione WRA e la valutazione degli esperti. I livelli soglia andrebbero elevati, questo anche a conferma della resistenza degli ecosistemi del bacino del Mediterraneo alle invasioni.

Pur basandosi su uno studio preliminare con un numero limitato di specie, la nostra ricerca ha confermato l'efficacia del processo di *screening*, che può essere dunque utilizzato per la valutazione del rischio delle specie da *biofuel*. Si suggerisce, di conseguenza, l'utilizzo del WRA come strumento operativo per la gestione di tutte quelle specie nuove nel sistema colturale italiano nonché di quelle invasive già presenti. Il tutto all'interno di un sistema di procedure conosciute come *post-border risk management* (FAO, 2006), che prevede la creazione di un *network* di *stakeholders* locali capaci di favorire il controllo e l'eradicazione di specie invasive.

La possibilità di poter individuare preventivamente specie potenzialmente invasive, inoltre, favorirebbe il processo di segnalazione e localizzazione della presenza di specie aliene invasive (Early Warning System). In aggiunta il WRA potrebbe essere utilizzato anche come indicatore di gradienti di degrado e disturbo ambientale; al suo punteggio, infatti, potrebbe essere associato sia il tempo dal degrado che il grado di disturbo.

Bibliografia

Blasi C., 1994 – Fitoclimatologia del Lazio. *Regione Lazio, Assessorato Agricoltura*, Roma.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An annotated checklist of the Italian vascular flora. *Palombi Editore*, Roma.

FAO, 2006 – Procedures for post-border weed risk management. *Plant Production and Protection Division FAO*, Rome.

Pheloung P. C., Williams P. A. & Halloy S. R., 1999 – A weed risk assessment model for use as a biosecurity tool evaluating plant introductions. *Journal of Environmental Management*, 57: 239-251.

Roberto Crosti, Carmela Cascone & Salvatore Cipollaro
ISPRA (già APAT - Dipartimento Difesa della Natura, Uso Sostenibile delle Risorse Naturali), Via Curtatone 3, 00185 Roma, Italia
Roberto Crosti e-mail: roberto.crosti@apat.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Stefania D'Angelo, Eleonora Ferrante & Mario Lo Valvo

Primi risultati sull'attività di contenimento del gambero rosso della Louisiana nella Riserva Naturale "Lago Preola e Gorghi tondi" (Sicilia)

Containment of the Louisiana Red Swamp Crayfish in the "Lago Preola e Gorghi tondi" Natural Reserve (Sicily): preliminary results

Gran parte degli ecosistemi presenti oggi nel Mediterraneo sono il risultato di una lunga storia d'introduzioni e invasioni di specie aliene, alcune avvenute in maniera del tutto casuale, ma molte altre deliberatamente volute dall'uomo. Negli ultimi decenni questo fenomeno ha subito una notevole accelerazione (Scott, 2001; Genovesi & Shine, 2004), probabilmente dovuta anche ad una maggiore facilità e velocità delle traslocazioni.

Anche la Sicilia non è rimasta esente da questo fenomeno; negli ultimi anni è stata segnalata la presenza di popolazioni, capaci di autosostenersi, di nuove specie aliene, come lo xenopo liscio, *Xenopus laevis* (Daudin, 1802) (Lillo *et al.*, 2005), un anfibio di origine sudafricana ed in pericolosa espansione in un'area della Sicilia nordoccidentale (Faraone *et al.*, 2008), e il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarki* (Girard, 1852), originario degli Stati centro-meridionali degli USA ed il cui areale siciliano ricade all'interno della Riserva naturale "Lago Preola e Gorghi tondi" (D'Angelo & Lo Valvo, 2003), una fra le più interessanti zone umide dell'isola dal punto di vista naturalistico.

Da qualche anno l'ente gestore di quest'area protetta ha intrapreso delle iniziative rivolte alla conoscenza e al contenimento del fenomeno invasivo di questo gambero alloctono, il cui comportamento alimentare può indurre pesanti modificazioni nei sistemi trofici, che possono anche provocare l'estinzione locale di altre specie animali e vegetali (Souty-Grosset *et al.*, 2006), ed in questo contributo vengono riportate le conoscenze ed i risultati finora raggiunti.

La Riserva naturale "Lago Preola e Gorghi tondi", estesa 335,62 ha, ricade nel comune di Mazara del Vallo (TP) ed è una depressione carsica retrodunale lunga poco più di un chilometro, nella quale insistono cinque bacini lacustri in successione. Due di questi sono bacini temporanei, ormai ad uno stadio senile, con una superficie rispettivamente di circa 25 e 2,5 ha, mentre i rimanenti sono ambienti lacustri di stadio maturo, con un'estensione media di circa 2 ha ciascuno ed una profondità media di circa 7 m.

Per poter valutare la possibilità di un'azione di contenimento, sia dell'areale che della densità, è stato utilizzato, tra febbraio e luglio 2008, il metodo della cattura e rimozione dei gamberi, con l'ausilio di 20 nasse cilindriche, lunghe 70 cm, con un diametro di 25 cm e con una sola apertura laterale ad imbuto di circa 10 cm, disposte in maniera diversificata nei cinque invasi. Di tutti gli individui rimossi è stata determinata l'età ed il sesso e con un calibro digitale ed una bilancia di precisione sono state raccolte rispettivamente le misure di alcune variabili morfometriche (lunghezza totale del corpo, lunghezza totale del carapace, lunghezza delle chele ed il peso).

In totale ad oggi sono stati catturati circa 500 gamberi. Gli individui catturati, in maggioranza di sesso maschile, presentano una lunghezza media di circa 50 mm ed un peso medio di 10 g. Le femmine si presentano quasi tutte mature. Poche sono state ad oggi le catture di giovani. I gamberi catturati sono stati smaltiti come rifiuti speciali.

Sebbene le catture effettuate durante questi mesi non siano state abbondanti, allo stato attuale, in attesa di mirati studi di fattibilità finalizzati ad interventi più radicali (cfr. Holdich *et al.*, 1999), compatibili con l'azione di conservazione dell'area protetta, e delle necessarie risorse economiche per la loro realizzazione, la rimozione coatta dei gamberi sembra essere l'unica azione perseguibile a breve termine, intensificando lo sforzo di cattura con un numero maggiore di trappole.

Bibliografia

D'Angelo S. & Lo Valvo M., 2003 – On the presence of the red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Sicily. *Naturalista siciliano*, 27 (3-4): 325-327.

Faraone F. P., Lillo F., Giacalone G. & Lo Valvo M., 2008 – The large invasive population of *Xenopus laevis* in Sicily, Italy. *Amphibia-Reptilia*, 29: 405-412.

Genovesi P. & Shine C., 2004 – European Strategy on Invasive Alien Species. Nature and Environment, n. 137. *Council of Europe publishing*, Strasbourg.

Holdich D. M. & Rogers W. D., 1999 – Native and alien crayfish in the British Isles. *Crustacean Issue*, 11: 221-236.

Lillo F., Marrone F., Sicilia A. & Castelli G., 2005 – An invasive population of *Xenopus laevis* (Daudin, 1802) in Italy. *Herpetozoa*, 18: 63-64.

Scott J. K., 2001 – Europe gears-up to fight invasive species. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 171-172.

Souty-Grosset C., Holdich D. M., Noel P., Reynolds J. & Haffner P. (eds.), 2006 – Atlas of Crayfish in Europe. *Patrimoines Naturels*, Paris, 64.

Stefania D'Angelo
WWF Italia, Ente Gestore R.N.I., Via F. Maccagnone 2/b, 91026 Mazara del Vallo (TP), Italia
e-mail: s.dangelo@wwf.it
Eleonora Ferrante
Via Michele Titone 61, 90129 Palermo, Italia
Mario Lo Valvo
Dipartimento di Biologia animale "G. Reverberi", Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi 18, 90123 Palermo, Italia
e-mail: mlovalvo@unipa.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Franca Davanzo, Fabrizio Sesana, Tiziana Della Puppa, Giscardo Panzavolta, Rossella Moroni, Marco Calori, Maurizio Bissoli, Marcello Ferruzzi, Rossana Borghini, Tania Giarratana, Angelo Travaglia, Francesca Assisi, Paola Moro, Paolo Severgnini, Ilaria Rebutti, Valeria Dimasi, Antonella Pirina & Maria Laura Colombo

Specie animali alloctone in Italia: è un problema tossicologico?

Non-native animal species in Italy: is it a human health problem?

Il contatto accidentale con animali autoctoni delle nostre latitudini raramente esita in un grave avvelenamento.

Presso il Centro Antiveleni (CAV) di Milano viene utilizzata una procedura standard per la registrazione, classificazione ed archiviazione delle consulenze tossicologiche prestate. Nel periodo 1 gennaio 2005-31 dicembre 2007 sono giunte al CAV 173.832 richieste di consulenza. Da questo archivio sono state estratte le richieste giunte dall'intero territorio nazionale relative all'esposizione a morsi, punture e contatti con tossine animali, ammontanti al 2,05% (n=3.568) degli avvelenamenti. Il 99,48% (n=2.691) dei casi hanno coinvolto l'uomo e lo 0,52% (n=39) gli animali domestici. Nell'uomo, il 59,01% (n=1.588) hanno riguardato maschi, con sintomi presenti nel 60,88% (n=1.295). La terapia suggerita è stata eseguita in ambiente extraospedaliero nel 23,73% (n=642); in ambiente ospedaliero nel 68,65% (n=1.857); nel 5,99% (n=162) non è stata effettuata nessuna terapia; nell'1,63% (n=44) dei casi, non essendovi relazione tra l'agente riferito e la sintomatologia presentata dal paziente, non è stata applicata nessuna terapia in attesa di indagare altra causa.

Nella valutazione del rischio rispetto alla sua possibile evoluzione in avvelenamento, è stato considerato l'animale implicato, il tempo intercorso dall'esposizione, l'età del soggetto, i segni e i sintomi presentati. La non tossicità o probabile non tossicità si è manifestata nel 26,36% (n=713); l'intossicazione è stata accertata o non esclusa nel 69,94% (n=1.892); non è stata rilevata correlazione con l'agente riferito o è stata considerata una reazione allergica o non è stato possibile eseguire una valutazione nel restante 3,77% (n=102). In questa casistica sono presenti: 4 soggetti esposti a *Boa constrictor* (boa costrittore), 2 a *Python regius* (pitone reale); 1 morsicatura da parte di *Crotalus atrox* (crotalo diamantino occidentale); 1 morsicatura dovuta a *Dendroaspis viridis* (mamba verde occidentale); 2 casi di esposizione ad *Iguana iguana* (iguana dai tubercoli) fuggiti al proprietario e ritrovati in aperta campagna; 2 casi di esposizione a *Lampropeltis triangulum* (falso corallo o serpente del latte), che ha terrorizzato due soggetti che lo avevano confuso con i velenosissimi e morfologicamente assai simili *Micrurus* spp. (serpenti corallo); 2 casi di esposizione, in Puglia e in Sicilia a partire dal 2007, a *Hermodice carunculata*, anellide polichete che vive sui fondali rocciosi dei mari tropicali. È chiamato verme di fuoco o vermocane per il dolore provocato dal contatto con le sue setole urticanti. Tra gli animali non identificati, 1 caso di morsicatura avvenuto in Toscana da riferirsi a *Bungarus fasciatus* (bungaro fasciato), serpente estremamente velenoso del sud-est asiatico, che ha interessato un soggetto maschio di 67 anni. L'animale non è mai stato catturato. La diagnosi basata sui sintomi e il suggerimento fornito dal disegno del nipotino dell'uomo, hanno contribuito al buon esito dell'avvelenamento.

L'analisi della nostra casistica pone una serie di interrogativi soprattutto per quel che riguarda i rettili alloctoni per i quali è stata richiesta la nostra consulenza a fini diagnostici e terapeutici. Ovviamente l'esposizione a *Boa constrictor* e *Python regius* non presenta gravi rischi per i soggetti esposti, data l'assenza di veleno in questi serpenti. Diverse sono le problematiche per i morsi di *Crotalus atrox* e *Dendroaspis viridis*, che sebbene avvenuti in un rettilario, pongono il problema della difficoltà di reperire in tempi utili il siero specifico. La Legge permette il commercio e la detenzione di rettili pericolosi, ma non obbliga il detentore a munirsi del siero specifico all'atto dell'importazione.

L'evento verificatosi in Toscana rappresenta un caso limite, ma la presenza di un *Bungarus fasciatus* lontano dal suo areale naturale può cogliere impreparati anche gli escursionisti più esperti. Anche il mare, per effetto del riscaldamento globale, presenta i suoi pericoli: dal 2007 vi sono segnalazioni di esposizioni a *Hermodice carunculata* che, pur segnalato nel sud del Mediterraneo, non era mai rientrato nella nostra casistica. Si segnala inoltre un aumento della frequenza dei contatti con meduse, quasi mai identificate, con sintomi più gravi rispetto all'atteso.

In conclusione, è necessario porre molta attenzione a tali avvenimenti che sono la spia o di comportamenti pericolosi o di modificazioni ambientali. La comparsa di animali non tipici delle nostre latitudini, con i quali il pubblico non ha dimestichezza, può comportare gravi rischi alla salute. I dati illustrati hanno evidenziato come nel nostro territorio vi siano concrete possibilità di incontrare specie animali alloctone capaci di provocare rischi alla salute la cui gravità è legata non solo alla specie, ma anche alla difficoltà di instaurare, in tempi brevi, trattamenti idonei: infatti, gli antidoti specifici, solitamente sieri, non sono di facile reperimento come richiederebbe il trattamento idoneo di tali esposizioni.

F. Davanzo, F.Sesana, T. Della Puppa, G. Panzavolta, R. Moroni, M. Calori, M. Bissoli, M. Ferruzzi, R. Borghini, T. Giarratana, A. Travaglia, F. Assisi, P. Moro, P. Severgnini, I. Rebutti, V. Dimasi & A. Pirina
Centro Antiveleni di Milano, A. O. Ospedale Niguarda Ca'Granda, Piazza Ospedale Maggiore 3, 20162 Milano, Italia
Franca Davanzo e-mail: franca.davanzo@ospedaleniguarda.it
M. L. Colombo - Dipartimento Scienza e Tecnologia del Farmaco, Università degli Studi di Torino, Via P. Giuria 9, 10125 Torino, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Ivan Ellena, Roberto Sindaco, Giulia Tessa & Marco Favelli

Le testuggini acquatiche alloctone in Piemonte: distribuzione e proposte d'intervento

Non-native Freshwater Turtles in Piedmont: distribution and management

Il massiccio rilascio in natura di testuggini esotiche commercializzate come animali da appartamento ha portato al rilascio delle specie negli ambienti naturali di tutta Europa.

In Italia i primi dati riferibili a tale fenomeno risalgono all'inizio degli anni '70 del secolo scorso (Sindaco *et al.*, 2006) e si riferiscono a *Trachemys scripta elegans*, mentre in Piemonte i primi dati a disposizione risalgono al 1987; si è stimato che fino al 1997 ogni anno siano stati importati in Italia circa 900.000 esemplari di questa entità (Ferri & Di Cerbo, 2000).

L'introduzione di testuggini esotiche può essere considerata una minaccia alla biodiversità delle zone umide, dato che l'impatto negativo non si limita solo alla competizione con l'autoctona *Emys orbicularis* (Cadi & Joly, 2004) ma si manifesta anche sulle comunità di macro-invertebrati acquatici, di anfibi e sulla vegetazione, specialmente se le specie esotiche sono presenti con alte densità (Teillac-Deschamps & Prevot-Julliard, 2006).

Il *taxon* più rilasciato sul territorio piemontese è *Trachemys scripta elegans* ma recentemente sono aumentate le osservazioni delle sottospecie *Trachemys scripta scripta* e *Trachemys scripta troosti*. La specie risulta diffusa lungo tutti i principali fiumi piemontesi, in particolare lungo il Po, ed è presente in una grande varietà di habitat, soprattutto nei tratti di fiume a corrente lenta, lanche e laghetti seminaturali, anche eutrofizzati, dove possono coesistere numerosi esemplari (15-40 es.). Le concentrazioni più alte si osservano nei contesti urbani o periurbani, con conteggi fino a 781 esemplari presenti nei laghetti di un parco urbano nel comune di Torino (Petterino *et al.*, 2001). L'altitudine dei siti in cui la specie è stata osservata varia da 86 a 641 m s.l.m., la sopravvivenza a quote più elevate probabilmente è impedita dalle basse temperature raggiunte in inverno.

I dati di riproduzione in natura, basati su osservazioni estemporanee in mancanza di studi sulla biologia della specie, si riferiscono finora a cinque siti "naturali" (Lago Bonino, S. Gillio TO; Lanca di S. Michele, Carmagnola TO; Lago dei Cigni, Venaria Reale TO; ex allevamento ALMA, Crescentino VC; Stagni di Belangero, AT), nei quali sono stati osservati individui giovani di 2-3 anni; la specie si riproduce anche in due parchi pubblici (parco Burcina, Pollone BI; parco Pellerina, TO).

In Piemonte è stata accertata la sporadica presenza di altre testuggini esotiche (*Graptemys pseudogeographica pseudogeographica, Mauremys* sp., *Trionyx triunguis*) che attualmente non sembrano acclimatate. Nei bacini dei parchi urbani (laghetti nei parchi, fontane, ecc.) possono inoltre incontrarsi più *taxa* contemporaneamente.

Al momento attuale *Trachemys scripta elegans* dovrebbe essere oggetto di interventi di contenimento, data la consistenza delle popolazioni naturalizzate. Il commercio di tale sottospecie è al momento vietato (Regolamento CEE n. 2551/97 della Commissione del 15 dicembre 1997) ma nel futuro prossimo potrebbero diffondersi sul territorio altri *taxa* già presenti ora in numero esiguo se continuerà il commercio di testuggini esotiche e la liberazione illegale degli esemplari acquistati. La rapida naturalizzazione sul territorio piemontese di *T. s. elegans* rende necessari studi più approfonditi sui tassi di sopravvivenza e riproduzione, al fine di pianificare nell'immediato futuro interventi di controllo e, dove possibile, di eradicazione. Sarebbe auspicabile inoltre l'istituzione di centri di accoglienza degli esemplari confiscati o abbandonati e, parallelamente, per disincentivare l'acquisto e l'eventuale rilascio degli esemplari, la pianificazione di una campagna di sensibilizzazione rivolta alla cittadinanza, in particolare ai gruppi scolastici.

Bibliografia

Cadi A. & Joly P., 2004 – Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation*, 13: 2511-2518.

Ferri V. & Di Cerbo A. R., 2000 – La *Trachemys scripta elegans* (Wied, 1839) negli ambienti umidi lombardi: inquinamento faunistico o problema ecologico? In: Atti 1° Congresso nazionale Societas Herpetologica Italica, Torino 2-6 ottobre 1996. Giacoma C. (ed.). *Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino, 803-808.

Petterino C., Scocozza T., Piovano S. & Giacoma C., 2001 – Risultati dell'introduzione di *Trachemys scripta elegans* in un parco urbano di Torino (*Testudines: Emydidae*). *Pianura*, 13: 295-298.

Sindaco R., Doria G., Razzetti E. & Bernini F. (eds.), 2006 – Atlante degli Anfibi e Rettili d'Italia. *Societas Herpetologica Italica. Edizioni Polistampa*, Firenze.

Teillac-Deschamps P. & Prevot-Julliard A. C., 2006 – Impact of exotic slider turtles on freshwater communities: an experimental approach. First European Congress of Conservation Biology, book of abstracts. *Society for Conservation Biology*, Heger (Hungary): 162-163. <http://www.eccb2006.org/> (ultima consultazione 30 settembre 2008).

Ivan Ellena - Via Rivalta 38, 10092 Beinasco (TO), Italia
e-mail: ivanellena1@gmail.com
Roberto Sindaco - Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente, Corso Casale 476, 10132 Torino, Italia
e-mail: rsindaco@gmail.com
Giulia Tessa & Marco Favelli - Zirichiltaggi S.W.C., Strada Vicinale Filigheddu 62/C, 07100 Sassari, Italia
Giulia Tessa e-mail: tessagiu@libero.it - Marco Favelli e-mail: yattaran@libero.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Vincenzo Ferri

Specie alloctone dulciacquicole di recente comparsa nella Riserva Naturale "Monticchie" di Somaglia (Lodi): situazione e valutazione dei problemi gestionali

New freshwater alien species in the Natural Reserve of Lombardy "Monticchie" of Somaglia (Lodi): situation and management

La Riserva Naturale "Monticchie", Z.P.S. e S.I.C. IT2090001, è situata nella bassa pianura lodigiana a ridosso del terrazzo del Fiume Po e occupa un'area di circa 250 ha. Prevalentemente pianeggiante con dislivelli minimi che consentono però, unitamente alla presenza di una falda freatica piuttosto superficiale e di tipiche risorgive di terrazzo, il differenziarsi della vegetazione secondo il diverso grado di igrofilia (Zavagno, 2003). L'area è oggetto dal 1987 di monitoraggi a lungo termine riguardanti la vegetazione, l'avifauna e l'erpetofauna (Ferri, 2006; Ferri & Soccini, 2005). Negli anni di studio non sono intervenute sostanziali modifiche della qualità delle acque, anche se per il progressivo interrimento è stato necessario realizzare interventi di manutenzione straordinaria della rete idrica, l'ultimo nel 2004 nell'ambito del finanziamento LIFE Natura IT/03/000112, e grazie a recenti finanziamenti della Regione Lombardia e della Fondazione CARIPLO sono in corso azioni per il miglioramento della situazione idrica generale e per garantire la sopravvivenza della fauna dulciacquicola, tra cui una importante popolazione di *Rana latastei*. Nel 2004 sono stati segnalati per la prima volta all'interno della Riserva le seguenti specie acquatiche alloctone: il gambero rosso della Louisiana, *Procambarus clarkii* (Girard, 1852) (Occhipinti Ambrogi, 2002), l'anodonta cinese, *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Lodde *et al.*, 2005), e il cobite di stagno orientale, *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842) (Razzetti *et al.*, 2001). Queste specie sono presenti in provincia di Lodi a partire dagli anni Novanta, espandendo rapidamente il loro areale in acque già spopolate faunisticamente per i profondi stravolgimenti ambientali di questa provincia lombarda. Nella Riserva Monticchie è peraltro possibile affermare che l'invasione di *Procambarus clarkii* (dal 1999) è molto posteriore all'ultima osservazione certa (nel 1992) di *Austropotamobius pallipes*. Negli stessi ambienti colonizzati da *Misgurnus anguillicaudatus* e *Anodonta woodiana* risultano invece ancora sintopici a Monticchie *Cobitis bilineata* e *Unio elongatulus*.

L'invasione di *Procambarus clarkii* è stata rapida e generale. Molto più localizzata la presenza di *Anodonta woodiana*, limitata alle rogge Monticchie e Serpa, sul limite sud-orientale, e di *Misgurnus angullicaudatus* rinvenuto esclusivamente con individui adulti sia nelle rogge suddette sia nella parte terminale delle aste di deflusso delle risorgive. L'anodonta cinese ha avuto un picco di presenza nella roggia Serpa nel 2005 con 0,3 individui adulti/m^2 da 0,10 a 0,50 m di profondità. Il cobite di stagno orientale è stato campionato all'interno della Riserva con un massimo di 18 individui nel 2006, mentre il gambero rosso è abbondantemente presente con individui di varia taglia nella roggia Monticchie (massimo 8 individui/m^2), ma solo con individui adulti nelle aste di deflusso (massimo 0,3 individui/m^2, *average total lenght* 8,4 mm).

La presenza dei gamberi, notoriamente abili predatori e di forte impatto per le popolazioni di Anfibi indigeni (Cruz *et al.*, 2006), ha imposto a Monticchie una attenta valutazione dello status delle specie più minacciate, tra cui *Triturus carnifex*, *Lissotriton vulgaris* e *Hyla intermedia*, e lo sviluppo di proposte operative di gestione delle acque interne che possano limitare la diffusione delle specie alloctone in nuove aree e per favorire la conservazione della biodiversità locale. Tra le iniziative in realizzazione la verifica dell'efficienza delle opere di regimazione idraulica attualmente esistenti in tutta la Riserva naturale con l'eventuale ripristino e/o l'integrazione, per consentire una regolazione dei deflussi e un più accurato monitoraggio e controllo delle specie alloctone.

Bibliografia

Cruz M. J., Rebelo R. & Crespo E. G., 2006 – Effects of an introduced crayfish, *Procambarus clarckii*, on the distribution of south-western Iberian amphibians in their breeding habitats. *Ecography*, 29: 329-338.

Ferri V., 2006 – Attivita' riproduttiva di Rana latastei nel pSIC IT2090001 "Monticchie" (Somaglia, Lodi). V Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica, Calci (PI). <http://www-1.unipv.it/webshi/images/files/calci_abstr.pdf> (ultima consultazione 26 settembre 2009).

Ferri V. & Soccini C., 2005 – Nuovi habitat per *Rana latastei* nel S.I.C. di Monticchie (IT2090001, Somaglia, Lodi). *Pond, Puddles and Pools*, Trieste. <http://www.zoneumide.org/PPP05/abstracts/abstracts-presentations.pdf> (ultima consultazione 26 settembre 2009).

Lodde A., Palmerini E., Sala L. & Castagnolo L., 2005 – *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca: Bivalvia: Unionidae), a non-indigenous species wide-spread in Italy: comparison of the biological cycle in native countries (Far East) and in Italy (Modena canals). *Notiziario della Società Italiana di Malacologia*, 23 (5-8): 70.

Occhipinti Ambrogi A., 2002 – Current status of aquatic introductions in Italy. In: Invasive aquatic species of Europe. Distribution, Impacts and Management. Leppäkoski E., Gollasch S. & Olenin S. (eds). *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht: 311-324.

Razzetti E., Nardi P. A., Strosselli S. & Bernini F., 2001 – Prima segnalazione di *Misgurnus anguillicaudatus* (Cantor, 1842) in acque interne italiane. *Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova*, 93: 559-563.

Zavagno F., 2003 – Osservazioni fenologiche sulla vegetazione di due riserve naturali della bassa pianura lombarda: le Bine (CR-MN) e Monticchie (LO). *Pianura*, 17: 15-39.

Vincenzo Ferri
Stazione Regionale per lo Studio e la Conservazione degli Anfibi in Lombardia "Monticchie", Castello Gavazzi, 26867 Somaglia (LO), Italia
e-mail: vincenf@tin.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Sara Filippini, Simone Rossi & Andrea Modesti

Ittiofauna alloctona in provincia di Lodi: distribuzione ed invasività

Alien fishes in the Province of Lodi: distribution and invasiveness

Scopo del presente lavoro è l'aggiornamento delle conoscenze sulla diffusione delle specie ittiche alloctone non sporadiche presenti nel territorio provinciale di Lodi: ad oggi si annoverano 51 specie, 29 delle quali autoctone; di queste ultime, solo 11 possono ritenersi stabili o con areale in leggera regressione, 15 sono in contrazione e 3 (temolo *Thymallus thymallus*, lasca *Chondrostoma genei* e lampreda padana *Lampetra zanandreai*) sono a rischio di estinzione locale.

La porzione superiore dell'Adda e il sistema dei fontanili mantengono un numero elevato di specie autoctone e appaiono ad oggi come le uniche tipologie funzionali con una presenza non sporadica di numerose specie di interesse comunitario. Gli altri gruppi funzionali mostrano una situazione di relativo degrado, con calo delle specie autoctone e mantenimento di un elevato numero di esotici.

Dall'analisi comparata delle comunità ittiche, è possibile classificare le specie esotiche non sporadiche in 4 tipologie: specie ubiquitarie, quali rodeo amaro (*Rhodeus amarus*), carassio (*Carassius* sp.), pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*) e carpa (*Cyprinus carpio*); specie ad ampia distribuzione, quali persico sole (*Lepomis gibbosus*) e gambusia (*Gambusia holbrooki*); specie in espansione, quali siluro (*Silurus glanis*), barbo d'oltralpe (*Barbus barbus*), aspio (*Aspius aspius*), abramide (*Abramis brama*), lucioperca (*Sander lucioperca*), misgurno (*Misgurnus anguillicaudatus*) e pesce gatto punteggiato (*Ictalurus punctatus*); specie stabili o in regressione, quali pesce gatto (*Ameiurus melas*), persico trota (*Micropterus salmoides*), trota fario (*Salmo trutta trutta*), trota iridea (*Oncorhynchus mykiss*) e carpa erbivora (*Ctenopharyngodon idellus*).

Analizzando nel dettaglio lo status attuale di alcune specie alloctone invasive, è possibile evidenziare che specie potamali ad elevata euriecìa come aspio, barbo d'oltralpe e siluro raggiungono densità notevoli nel corso principale del Po, sono presenti nel tratto terminale dei suoi affluenti (Adda e Lambro) e mostrano una tendenza ad espandersi verso monte, anche attraverso la rete colatizia. Tale *trend* è estremamente preoccupante, e si ritiene che abbia un ruolo determinante nella rarefazione di molte delle specie autoctone nelle porzioni potamali del territorio provinciale.

Nello specifico, il barbo d'oltralpe ha probabilmente già determinato l'estinzione locale del barbo comune (*Barbus plebejus*) nel Po, mentre il siluro sembrerebbe costituire ad oggi una delle principali minacce per le specie autoctone gregarie di media taglia e per specie predatrici di notevole interesse conservazionistico quali il luccio (*Esox lucius*) e la trota marmorata (*Salmo trutta marmoratus*).

Ciprinidi di piccola taglia come la pseudorasbora e il rodeo amaro sono costantemente diffusi, a volte con densità notevoli, nel Po, nel Lambro, nella rete di bonifica della bassa lodigiana, nelle acque lentiche e nel sistema della Muzza, causando fenomeni di competizione diretta con specie autoctone gregarie quali il triotto (*Rutilus erythrophtalmus*), la scardola (*Scardinius erythrophtalmus*) e l'alborella (*Alburnus alburnus alborella*). Il misgurno, diffusosi a partire dal Po, trova le condizioni ideali di sviluppo nei corpi minori della rete di bonifica della bassa lodigiana, e sembra avere tendenza all'espansione verso monte, destando preoccupazione in relazione alla competizione diretta con il cobite comune (*Cobitis taenia bilineata*) e con il più raro cobite mascherato (*Sabanejewia larvata*).

L'analisi delle abbondanze relative medie mostra come la porzione superiore dell'Adda ospiti una comunità ittica scarsamente contaminata, con oltre il 99% dei pesci che appartiene a specie autoctone; valori elevati in tal senso si riscontrano anche nel sistema dei fontanili, nel sistema superiore della Muzza e nel tratto mediano e inferiore dell'Adda. Gli altri gruppi funzionali mostrano viceversa un importante declino delle cenosi, con circa la metà degli individui presenti che appartiene a specie alloctone. Le situazioni peggiori si registrano negli ambienti lentici, sul Lambro, all'interno della rete dei canali di bonifica e nel sistema del Po. L'area con le abbondanze maggiori di specie esotiche è quella compresa tra il Po e i tratti terminali dei principali affluenti: da qui è probabilmente partito il rapido processo di espansione che oggi riguarda la gran parte del territorio provinciale.

Sara Filippini
Settore Tutela Territoriale e Ambientale, Provincia di Lodi, Via T. Fanfulla 14, 26900 Lodi, Italia
e-mail: sara.filippini@provincia.lodi.it
Simone Rossi
Via dei Glicini 6, 26836 Montanaso Lombardo (LO), Italia
e-mail: rossi.simo@tiscali.it
Andrea Modesti
Via Lenin 2, 20080 Zibido San Giacomo (MI), Italia
e-mail: a.modesti2@virgilio.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Gabriele Galasso

Due specie di *Rumex* L. (Polygonaceae) recentemente comparse in Italia settentrionale: *R. cristatus* DC. e *R. kerneri* Borbás

Two species of *Rumex* L. (Polygonaceae) recently found in northern Italy: *R. cristatus* DC. and *R. kerneri* Borbás

In questi ultimi anni si stanno diffondendo in Italia settentrionale due specie di *Rumex*. *Rumex cristatus*, dei Balcani e della Sicilia, si sta espandendo sugli argini del Po a partire dal Cremonese, nel Triestino e lungo la costa adriatica da Chioggia alle Marche (Gubellini & Pinzi, 2008). Inizialmente era stata confusa (es. Jogan, 1996; Poldini, 2004; Conti *et al.*, 2005) con la congenere *R. kerneri*, originaria dei soli Balcani e per ora localizzata in Trentino-Alto Adige. Entrambe sono simili a *R. patientia* L., specie est-europeo-turanica divenuta circumboreale, anticamente coltivata e naturalizzata o casuale in gran parte d'Italia, oggi in via di scomparsa. Si ritiene utile evidenziare i caratteri differenziali di queste entità, fornendo anche i primi dati sulla loro distribuzione in Italia. Infine si segnala che nell'erbario del Museo di Bolzano (BOZ) sono conservati alcuni campioni, ancora allo studio, che sembrano corrispondere a *R. stenophyllus* Ledeb., con valve intere verso l'apice e dentellate alla base.

1 Valve del fr. denticolate sul bordo; fg. con nervi lat. inseriti sul centr. con angolo di 60°-90°
  2 Valve del fr. con denti lunghi sino a 1 mm; pg. inf. delle fg. minutam. papillosa; inflor. densa, spesso con rami secondari; pianta alta fino a 2 m ***R. cristatus***
  2 Valve del fr. con denti lunghi sino a 0,5 mm; pg. inf. delle fg. fortem. papillosa; inflor. interrotta e usualm. senza rami secondari; pianta di minori dimensioni (fino a 1 m) ***R. kerneri***
1 Valve del fr. con bordo intero o debolm. eroso; nervi facenti un angolo di 45°-60°(-80°) ***R. patientia***

Rumex cristatus DC. (= *R. graecus* Boiss. & Heldr.) - Romice cristato - H scap - Erba perenne robusta, fino a 2 m. Fg. grandi, minutam. papillose inferiorm., con nerv. lat. formanti un angolo di 60°-90° col nervo princip. Inflor. densa, spesso con rami secondari; valve con denti lunghi sino a 1 mm, usualm. bruno-rossastre e spesso con 3 tubercoli, di cui uno maggiore.

Incolti, scarpate, margini stradali e argini fluviali. (0 - 1.500 m). - Fi. VI-VII - NE-Medit., divenuta Circumbor.

Pianura Pad.-Ven. (Po, L. di Garda, lit. adriatico sino alle Mar), Fvg (TS), Sic. (Madonie e Ficuzza): R.

Specimina visa - **Lombardia**: Sermide (MN), 24 May 2003, *F.Prosser* (ROV); Pieve d'Olmi (CR), 28 May 2003, *F.Bonali* (MSNM); ibidem, 30 May 2003 (MSNM); ibidem, 15 Jun 2006 (MSNM); a metà strada tra Felonica e Quattrelle (MN), 2 Jun 2003, *F.Prosser* (ROV). **Veneto**: Tra Dolo e Mestre Ovest, 15 Jun 1996, *L.Poldini* (TSB); Chioggia (VE), 20 Apr 2001, *L.Poldini* (TSB); Mira (VE), 15 May 2001, *L.Poldini* (TSB); Garda (VR), 1 Jun 2006, *A.Bertolli & F.Prosser* (ROV). **Friuli-Venezia Giulia**: Trieste (TS), 20 May 1996, *A.Strappo* (MFU); Muggia (TS), 31 May 1996, *L.Poldini* (TSB); Trieste (TS), 25 Jun 1996, *A.Strappo* (MFU); Trieste (TS), 3 Jun 1998, *F.Martini* (MFU); Trieste (TS), 10 May 2000, *L.Poldini* (TSB); San Dorligo della Valle (TS), 10 May 2000, *L.Poldini* (TSB); San Dorligo della Valle (TS), 12 May 2000, *L.Poldini* (TSB). **Emilia-Romagna**: Luzzara (RE), 22 Aug 2006, *A.Truzzi* (MSNM). **Marche**: Fano (PU), 29 Jun 2008, *L.Gubellini* (MSNM, PESA).

Rumex kerneri Borbás (≡ *R. cristatus* DC. subsp. *kerneri* (Borbás) Akeroyd & D.A.Webb; = *R. confertoides* Bihari) - Romice di Kerner - H scap - Simile alla precedente, ma di minori dimensioni (fino a 1 m), pg. inf. delle fg. fortem. papillosa, inflor. interrotta e usualm. senza rami secondari, valve con denti lunghi sino a 0,5 mm, usualm. bruno scuro e spesso con un solo tubercolo.

Incolti, scarpate, margini stradali. (100 - 1.500 m). - Fi. VI-VII - SE-Europ., divenuta Circumbor.

Taa: R; segnalato anche in Cal, ma molto probabilm. per errore (Passalacqua, in verbis).

Specimina visa - **Trentino-Alto Adige**: Colle di Brenta (TN), 11 Jun 1994, *F.Prosser* (ROV); Vallarsa (TN), 18 Jun 1999, *F.Prosser* (ROV); S. Ilario (TN), 19 Jun 1999, *F.Festi* (ROV); Valle di Cei (TN), 13 Jul 1999, *F.Prosser* (ROV); Valle del Fersina (TN), 1 Jun 2000, *F.Prosser* (ROV);Val di Non (TN), 17 Jul 2001, *F.Prosser* (ROV); Cortina all'Adige-Kurtinig (BZ), 4 Jul 2006, *F.Zemmer* (BOZ); Salorno-Salurn (BZ), 18 Jul 2006, *F.Zemmer* (BOZ); Salorno-Salurn (BZ), 19 Jul 2006, *F.Zemmer* (BOZ).

Bibliografia

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. *Palombi editori*, Roma.

Gubellini L. & Pinzi M., 2008 – Osservazioni su alcune specie vegetali alloctone nelle Marche. In: Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione. Galasso G., Chiozzi G., Azuma M. & Banfi E. (eds.). *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 35 (I): 67.

Jogan J., 1996 – New and interesting plants in the flora of Friuli-Venezia Giulia. 6th International Meeting on "Methodological approaches for defining the physical and biological environment of the Mediterranean". Castro Marina (Lecce), 12-14/11/1996.

Poldini L., 2004 – Segnalazioni Floristiche Italiane: 1123. In: Segnalazioni Floristiche Italiane (1091-1150). Scoppola A. (ed.). *Informatore Botanico Italiano*, 36 (1): 88.

Gabriele Galasso
Sezione di Botanica, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
e-mail: gabriele.galasso@comune.milano.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas

Diffusione di *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) nei corsi d'acqua della provincia di Milano

Spread of *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) in freshwater streams of the Province of Milan

Corbicula fluminea (Müller, 1774) è un bivalve originario del sud-est asiatico, noto anche come vongola asiatica (Asiatic Clam). All'inizio del XX secolo la distribuzione originaria del genere *Corbicula* comprendeva Asia, Africa e Australia (Counts, 1980). Da allora ha raggiunto una distribuzione pressoché mondiale. Agli inizi degli anni '80 del secolo scorso la presenza di *Corbicula* veniva segnalata per la prima volta nei fiumi europei (Francia e Portogallo: Mouthon, 1981). Nei decenni successivi il suo areale in Europa è andato progressivamente espandendosi e le segnalazioni della sua presenza hanno riguardato Germania, Olanda, Spagna, Regno Unito, Belgio, Ungheria, Austria, Repubblica Ceca, Romania, Bulgaria. In Italia *Corbicula* è stata segnalata per la prima volta nel Fiume Po nel 1998 (Fabbri & Landi, 1999).

Gli effetti negativi legati all'espansione di questa specie segnalati in letteratura riguardano l'occlusione dei canali di alimentazione delle centrali nucleari, le alterazioni ecosistemiche dovute alla elevata capacità di filtrazione, le modificazioni del substrato e la competizione con le specie native (Elliot & zu Ermgassen, 2008).

Dati raccolti dall'Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) della Lombardia, a seguito di campagne di monitoraggio biologico sui corsi d'acqua della provincia di Milano, hanno permesso di verificare la diffusione del bivalve in tale territorio.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua principali, la specie risulta presente solo nel Fiume Ticino, dove era già stata rinvenuta nel 2003 (Bodon *et al.*, 2005), mentre non è mai stata raccolta in altri ambienti quali Adda, Lambro, Seveso, Olona, Molgora. *C. fluminea* risulta inoltre presente, con densità anche notevoli, in circa metà delle 33 stazioni di campionamento considerate sul reticolo idrografico minore (rogge, fontanili, cavi).

Allo stato attuale la possibilità di colonizzare nuovi ambienti della provincia di Milano da parte di questa specie sembrerebbe correlata principalmente alla connessione con il reticolo idrografico del Fiume Ticino, soprattutto attraverso il Naviglio Grande che alimenta una buona parte dei corsi d'acqua irrigui. L'isolamento idraulico nonché il cattivo stato qualitativo in cui versano molti corsi d'acqua della provincia verosimilmente rappresentano i principali ostacoli alla ulteriore diffusione di *C. fluminea*.

Bibliografia

Bodon M., Cianfanelli S., Manganelli G., Castagnolo L., Pezzoli E. & Giusti F., 2005 – Mollusca Bivalvia. In: Checklist e distribuzione della fauna italiana. 10.000 specie terrestri e delle acque interne. Ruffo S. & Stoch F. (eds.). *Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 2ª Serie: 83-84, 1 CD.

Counts C. L., 1980 – The genus *Corbicula* (Bivalvia: Corbiculidae) in Africa and South America: zoogeographic and taxonomic problems. *Bulletin of the American Malacological Union*, 46: 71-72.

Elliot P. & zu Ermgassen P. S. E., 2008 – The Asian clam (Corbicula fluminea) in the River Thames, London, England. *Aquatic Invasions*, 3: 54-60.

Fabbri R. & Landi L., 1999 – Nuove segnalazioni di molluschi, crostacei e pesci esotici in Emilia-Romagna e prima segnalazione di *Corbicula fulminea* (O.F. Müller, 1774) in Italia. *Quaderno di Studi e Notizie di Storia Naturale della Romagna*, 12: 9-20.

Mouthon J., 1981 – Sur la présence en France et au Portugal de *Corbicula* (Bivalvia, Corbiculidae) originaire d'Asie. *Basteria*, 45: 109-116.

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas
Dipartimento di Milano, ARPA Lombardia, Via Spagliardi 19, 20015 Parabiago (MI), Italia
Pietro Genoni e-mail: p.genoni@arpalombardia.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas

Presenza di *Barbronia weberi* (Hirudinea: Salifidae) in due torrenti prealpini lombardi

Occurrence of *Barbronia weberi* (Hirudinea: Salifidae) in two pedemontane streams of Lombardy

Barbronia weberi (R. Blanchard, 1897) è una sanguisuga di origine asiatica appartenente alla famiglia Salifidae, il cui areale di distribuzione originario si estende da Afghanistan e Pakistan fino a Giava, Sumatra, Borneo e Cina meridionale. Si tratta della sanguisuga più diffusa del subcontinente indiano (Nesemann & Neubert, 1999).

Questa specie è stata introdotta in Nuova Zelanda (Mason, 1976), Inghilterra (Sawyer, 1986), Austria e Germania (Nesemann & Neubert, 1999), Brasile (Pamplin & Rocha, 2000), USA (Rutter & Klemm, 2001) e Australia (Govedich *et al.*, 2002). La sua presenza è stata segnalata per la prima volta in Italia da Genoni & Fazzone (2008).

Nel suo areale di origine la specie vive in piccoli corsi d'acqua, in stagni e laghi eutrofi, spesso associata alla vegetazione acquatica che utilizza per attaccare i *cocoon*.

A partire dal 2006 *B. weberi* è stata regolarmente raccolta nel corso di campagne di monitoraggio biologico condotte sul Torrente Seveso e sul Torrente Lura in provincia di Como. Si tratta di corsi d'acqua che presentano un livello qualitativo da scarso a moderato, dovuto alla presenza di scarichi di origine domestica ed industriale (prevalentemente tessile). Nel dicembre 2007 la sanguisuga è stata rinvenuta anche a Lentate sul Seveso, in provincia di Milano, segno che la specie sta colonizzando i tratti più a valle del torrente. I primi campionamenti eseguiti nel 2008 confermano che *B. weberi* è stabilmente presente nella comunità macrobentonica di questi ambienti.

Le conseguenze dell'introduzione di questa specie non sono tuttora chiare. Essendo un predatore a rapido sviluppo potrebbe competere con altri invertebrati e/o esercitare una significativa predazione di altri invertebrati.

Allo stato attuale non risultano segnalazioni della presenza di *B. weberi* in altri corsi d'acqua della Lombardia.

Bibliografia

Genoni P. & Fazzone A., 2008 – *Barbronia weberi* (R. Blanchard, 1897) (Hirudinea: Salifidae), an Asian leech species new to Italy. *Aquatic Invasions*, 3 (1): 77-79.

Govedich F. R., Bain B. A. & Davies R. W., 2002 – First record of the Asian freshwater leech *Barbronia weberi* (Blanchard, 1897) (Euhirudinea: Erpobdellidae) in Australia. *The Victorian Naturalist*, 119: 227-228.

Mason J., 1976 – Studies on the freshwater and terrestrial leeches of New Zealand. 2. Orders Gnathobdelliformes and Pharyngobdelliformes. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, 6: 255-276.

Nesemann H. & Neubert E., 1999 – Annelida, Clitellata: Branchiobdellida, Acanthobdellea, Hirudinea. Süßwasserfauna von Mitteleuropa 6/2. *Spektrum Akademischer Verlag*, Heidelberg, Berlin.

Pamplin P. & Rocha O., 2000 – First report of *Barbronia weberi* (Hirudinea: Erpobdelliformes: Salifidae) from South America. *Revista de Biologia Tropical*, 48: 723.

Rutter R. P. & Klemm D. J., 2001 – The presence of an Asian leech, Barbronia weberi, in a home aquarium in South Florida (Hirudinea: Salifidae). *Florida Scientist*, 64: 216-218.

Sawyer R. T., 1986 – Leach biology and behaviour. *Clarendon Press*, Oxford.

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas
Dipartimento di Milano, ARPA Lombardia, Via Spagliardi 19, 20015 Parabiago (MI), Italia
Pietro Genoni e-mail: p.genoni@arpalombardia.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Marco Giardini

Il Pozzo del Merro (Monti Cornicolani, Roma) a cinque anni dall'infestazione da *Salvinia molesta* D.S.Mitchell

The "Pozzo del Merro" sinkhole (Cornicolani Mountains, Rome) five years after *Salvinia molesta* D.S.Mitchell infestation

La cavità carsica allagata del Pozzo del Merro è situata in comune di Sant'Angelo Romano, nei Monti Cornicolani, modesti rilievi carbonatici mesozoici posti nell'area compresa tra Tevere e Aniene a circa 30 km a NE di Roma. Questo imponente *sinkhole* (voragine da sprofondamento) è incluso nella "Riserva Naturale Macchia di Gattaceca e Macchia del Barco", area protetta istituita nel 1997 e gestita dalla Provincia di Roma. La voragine si apre sul piano campagna (quota 150 m s.l.m.) con una bocca subcircolare di circa 150 m di diametro; la struttura, imbutiforme, si approfondisce per circa 80 m fino alla superficie del lago, il cui diametro, a causa del consistente abbassamento del livello dell'acqua (circa 7 m negli ultimi 7 anni), risulta oggi ridotto a meno di 20 m. Una serie di indagini effettuate a partire dal 1999, anche mediante l'uso di particolari veicoli subacquei filoguidati messi a disposizione dai Vigili del Fuoco, hanno portato ad esplorare la voragine fino alla profondità di 392 m senza localizzarne con certezza il fondo. Queste esplorazioni hanno consentito di attribuire al Pozzo del Merro il primato di cavità allagata più profonda al mondo. Nelle sue acque inoltre è stata scoperta una nuova specie di crostaceo anfipode: *Niphargus cornicolanus* (Iannilli & Vigna Taglianti, 2005).

La vegetazione naturale osservabile nei pressi della voragine è costituita da una boscaglia formata da *Quercus pubescens* Willd., *Styrax officinalis* L. ed altre specie termofile. Le pareti della cavità, rivestite da una rigogliosa vegetazione arborea dominata da *Quercus ilex* L., ospitano ben sette specie di pteridofite. A queste si è aggiunta *Salvinia molesta* D.S.Mitchell, specie acquatica esotica fortemente invasiva rinvenuta al Pozzo del Merro (seconda stazione italiana) nell'agosto del 2003 (Giardini, 2006). Questa felce ha coperto l'intera superficie lacustre nel giro di circa 3 mesi, sostituendosi all'originale tappeto di *Lemna minor* L. Allo scopo di evitare danni alle biocenosi originariamente presenti (Giardini *et al.*, 2001), si è immediatamente suggerito all'ente gestore di rimuoverla dalle acque del lago nel più breve tempo possibile, ma la prevista rimozione non si è potuta realizzare. Il rinvenimento di una testuggine acquatica esotica durante le ricerche svolte nell'estate 2007 da Provincia, Università degli Studi di Tor Vergata ed altri enti (*Merro Scientific Project*) ha permesso di chiarire le modalità di introduzione della felce (Palozzi, 2007).

Al Pozzo del Merro nella stagione invernale *S. molesta* mostra segni di sofferenza e l'infestazione tende a regredire, ma le particolari condizioni microclimatiche della cavità consentono a questa felce di superare agevolmente la stagione avversa. Nel periodo estivo la specie torna a svilupparsi con grande rigoglio, fatta eccezione per i bordi del lago nei punti in cui i raggi del sole sono più schermati dalla vegetazione, dove la salvinia tende a scomparire e *Lemna minor* riprende il sopravvento. Nel corso di questi cinque anni l'infestazione si è quindi mantenuta e consolidata, tanto che oggi questa felce forma un tappeto spesso quanto basta per essere colonizzato da altre piante quali *Carex pendula* Huds. e, soprattutto, *Epilobium parviflorum* Schreb. La presenza di questo fitto intrico vegetale impedisce il passaggio della luce e ostacola la diffusione dell'ossigeno alterando il chimismo dell'acqua. La presenza di questa specie infestante in un ambiente confinato come quello del Pozzo del Merro rappresenta sicuramente un pericolo per l'ecosistema acquatico, ma studi scientifici seri e mirati sulla sua ecologia non sono mai stati effettuati. Considerata la situazione attuale, e visto il modo in cui l'infestazione si sta evolvendo, la rimozione immediata della felce è probabilmente l'intervento più sensato che si possa realizzare in questo particolare ambiente di eccezionale valore scientifico.

Bibliografia

Giardini M., 2006 – Note sulla biologia, l'ecologia e le modalità di controllo di *Salvinia molesta* D.S. Mitchell (Salviniaceae), specie infestante nuova per il Lazio. *Rivista di Idrobiologia*, 42 (1-3) (2003): 263-282.

Giardini M., Caramanna G. & Calamita U., 2001 – L'imponente *sinkhole* del Pozzo del Merro (Monti Cornicolani, Roma): stato attuale delle conoscenze. *Natura e Montagna*, 48 (2): 12-27.

Iannilli V. & Vigna Taglianti A., 2005 – New data on genus *Niphargus* (Amphipoda, Niphargidae) in Italy, with the description of a new species of the *orcinus* group. *Crustaceana*, 77 (10) (2004): 1253-1261.

Palozzi R., 2007 – Il Pozzo del Merro: immersioni con Jim Bowden e Stefano Makula. *Sottacqua*, anno I, n° 5, luglio 2007. <http://www.sottacqua.info/05_07/05_07_r03_primo_piano_palozzi.htm> (ultima consultazione 18 agosto 2008).

Marco Giardini
Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia
e-mail: marco.giardini@uniroma1.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Cristina Gonzalo Gòmez & Sandra Casellato

Arrival vectors of *Dikerogammarus villosus* in Italy: viability of spread in the Iberian Peninsula and Great Britain

Vettori di introduzione in Italia di *Dikerogammarus villosus*: possibilità di diffusione nella Penisola Iberica e in Gran Bretagna

Ponto-Caspian amphipod *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894), the Killer Shrimp, has spread throughout Europe at a frantic pace, mainly via anthropogenic navigable water systems, such as the Main-Danube Canal. Currently, it can be found in Central and Eastern Europe, with the exception of the Iberian Peninsula and Great Britain. Furthermore, its remarkable capacity for adaptation, that includes wide tolerance to temperature, conductivity and salinity conditions, potentially enables *D. villosus* to survive a journey in ballast water and reach distant territories. It can also be introduced in new water bodies attached to ship hulls and through aquaculture management, for instance in consignments of fish larvae coming from Ponto-Caspian fish farms. These last two vectors are pointed out as the mode of introduction in Italy. *D. villosus* was found for the first time in Lake Garda (Northern Italy), a few years ago. This subalpine lake is not connected to the European fluvial-lacustrine network in any way. In other words, its spread has overcome the Alps barrier. In addition to such high migrational capacity, *D. villosus* exhibits a successful invader profile that ensures its establishment, with features such as rapid population increases due to a large reproductive capacity, along with rapid growth to early sexual maturation (at 6 mm length), rapid development of eggs, optimal timing to release the maximum number of neonates per female (April/May), short life span, tolerance to a wide range of environmental conditions and exceptional predatory capabilities. In summary, there is a good chance that *Dikerogammarus villosus* will arrive and establish in both the Iberian Peninsula, overcoming the Pyrenees barrier, and Great Britain, surviving marine transportation. Moreover, some experts claim that it could even reach transoceanic inland waters, such as North American Great Lakes.

Cristina Gonzalo Gòmez
Departamento de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Alcalá
Plaza San Diego s/n, 28801 Alcalá de Henares (Madrid), España
e-mail: cristina.gonzalo@uah.es
Sandra Casellato
Laboratorio di Ecologia del Benthos, Dipartimento di Biologia, Università degli Studi di Padova
Via U. Bassi 58/B, 35121 Padova, Italia
e-mail: sandra.casellato@unipd.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Marcello Grussu

Gli uccelli alloctoni in Sardegna: una *checklist* aggiornata

The alien birds of Sardinia: an updated checklist

La prima segnalazione della presenza di una specie alloctona in Sardegna si trova in Lilford (1887) e riguarda la presenza nell'isolotto di Caprera di fagiani introdotti. Tuttavia, la prima specie introdotta in Sardegna potrebbe essere la pernice sarda (*Alectoris barbara*) la cui presenza nell'isola secondo alcuni autori è riconducibile a immissione artificiale in epoca romana (Mocci Demartis, 1992; Andreotti *et al.*, 2001).

Il primo elenco delle specie alloctone in Sardegna si trova in Grussu (1995, 1996) seguito da una successiva revisione (Grussu, 2001). Nel presente lavoro, oltre ad un ulteriore aggiornamento, si forniscono ulteriori dati sullo *status*, la distribuzione, l'anno di immissione e quello di prima nidificazione delle specie sino ad ora note come naturalizzate. Per ulteriori dati (anno e località di avvistamento, numero di individui, ecc...) sulle specie osservate in modo occasionale, si veda Grussu (2001). Le specie di uccelli alloctone note per la Sardegna sono 38, di cui sette naturalizzate e due acclimatate. I nomi italiani e quelli scientifici delle specie seguono la "Check-list degli Uccelli (Aves) italiani" redatta dal Centro Italiano Studi Ornitologici e dal Comitato di Omologazione Italiano (CISO-COI, 2005).

Specie acclimatate nidificanti (specie presenti con una o più popolazioni stabili che si autosostengono)

Cigno reale *Cygnus olor*. Prime introduzioni intorno al 1955. Nidifica in modo più o meno regolare in diversi siti. **Pernice sarda** *Alectoris barbara*. Probabilmente introdotta in tempi storici. Nidificante in tutta l'isola. **Fagiano comune** *Phasianus colchicus*. Introdotto alla fine del 1800 nell'Arcipelago della Maddalena e poi in altre aree. Nidificante regolare. **Colino della Virginia** *Colinus virginianus*. Introdotto intorno al 1980 nel Campidano dove ha nidificato; ora probabilmente estinto. **Parrocchetto dal collare** *Psittacula krameri*. Prime introduzioni nel periodo 1970-80 nel Golfo di Cagliari. Nidificazione accertata dal 2006 a Cagliari, ma probabilmente si riproduce anche in altre località. **Parrocchetto monaco** *Myiopsitta monachus*. Primi dati nel 1985 nel Golfo di Cagliari con prime prove di nidificazione nel 2007. **Gazza** *Pica pica*. Introdotto prima del 1915 nell'Isola dell'Asinara, si è poi diffuso anche nella Penisola di Stintino. Nidificante regolare.

Specie acclimatate non nidificanti

Tortora domestica *Streptopelia roseogrisea*. Presenza regolare nel Golfo di Cagliari dove potrebbe nidificare. **Bengalino comune** *Amandava amandava*. Presenze occasionali in più siti. Probabile nidificante a Sassari.

Specie presenti più o meno regolarmente e possibili nidificanti

Fenicottero minore *Phoenicopterus minor*. Singoli individui, anche frammisti a *P. roseus* nidificanti in colonia, nel Golfo di Cagliari. **Airone schistaceo** *Egretta gularis*. Diverse segnalazioni; indizi di nidificazione nel Golfo di Oristano (1996). **Cigno nero** *Cygnus atratus*. Varie osservazioni nella Sardegna meridionale. **Gobbo della Giamaica** *Oxyura jamaicensis*. Indizi di nidificazione nel Golfo di Cagliari (2000).

Specie occasionali non nidificanti

Fregata magnifica *Fregata magnificens*. **Cicogna collolanoso** *Ciconia episcopus*. **Ibis sacro** *Threskiornis aethiopicus*. **Spatola rosa** *Platalea ajaja*. **Fenicottero del Cile** *Phoenicopterus chilensis*. **Oca facciabianca** *Branta leucopsis*. **Oca del Canada** *Branta canadensis*. **Oca di Magellano** *Chloephaga picta*. **Alzavola asiatica** *Anas formosa*. **Marzaiola americana** *Anas discors*. **Dendrocigna facciabianca** *Dendrocygna viduata*. **Anatra muta** *Cairina moschata*. **Anatra mandarina** *Aix galericulata*. **Pernice rossa** *Alectoris rufa*. **Quaglia giapponese** *Coturnix japonica*. **Fagiano versicolore** *Phasianus versicolor*. **Calopsitta** *Nymphicus hollandicus*. **Pappagallo ecletto** *Eclectus roratus*. **Pappagallino ondulato** *Melopsittacus undulatus*. **Diamante mandarino** *Poephila guttata*. **Storno delle Filippine** *Aplonis panayensis*. **Maina comune** *Acridotheres tristis*. **Canarino** *Serinus canaria*. **Astrilde comune** *Estrilda astrild*. **Vescovo arancio** *Euplectes franciscanus*.

Specie da confermare (dati dubbi o da verificare)

Starna *Perdix perdix*. **Francolino** *Francolinus francolinus*. **Damigella della Numidia** *Grus virgo*. **Zigolo testaranciata** *Emberiza bruniceps*.

Ringraziamenti – Si ringraziano Piero Basoccu, Pasquale Carroni, Egidio Trainito, Francesco Mascia, Mauro Sanna e tutti gli altri ricercatori del GOS che hanno fornito dati.

Bibliografia

Andreotti A., Baccetti N., Perfetti A., Besa M., Genovesi P. & Guberti V., 2001 – Mammiferi ed Uccelli esotici in Italia: analisi del fenomeno, impatto sulla biodiversità e linee guida gestionali. Quaderni Conservazione Natura, 2. *Ministero Ambiente, Istituto Nazionale Fauna Selvatica*.

CISO-COI, 2005 – Check-list degli Uccelli (Aves) italiani. <http://www.ciso-coi.org/COImateriale/ListaCISO-COI.pdf> (ultima consultazione 26 settembre 2008).

Grussu M., 1995 – Check-list of the Birds of Sardinia (First part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 65: 113-122.

Grussu M., 1996 – Check-list of the Birds of Sardinia (Second and last part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 66: 9-16.

Grussu M., 2001 – Checklist of the birds of Sardinia. *Aves Ichnusae*, 4: 2-55.

Lilford L., 1887 – Notes on the Mediterranean Ornithology. *The Ibis*, 19: 261-283.

Mocci Demartis A., 1992 – Pernice sarda *Alectoris barbara*. In: Uccelli. I. Gaviidae-Phasianidae. Fauna d'Italia, XXIX. Brichetti P., De Franceschi P. & Baccetti N. (eds.). *Calderini*, Bologna: 787-791.

Marcello Grussu
Gruppo Ornitologico Sardo, C.P. 209/C, 09045 Quartu Sant'Elena (CA), Italia
e-mail: porphyrio@tiscali.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Marcello Grussu, Piero Basoccu, Mauro Sanna & Francesco Mascia

La popolazione alloctona di cigno reale (*Cygnus olor*) in Sardegna

On the introduced population of Mute Swan (*Cygnus olor*) in Sardinia

Nel Mediterraneo occidentale la nidificazione del cigno reale si riscontra solamente in Italia, Francia e Spagna, quasi esclusivamente per opera di individui tenuti in condizioni di semi-cattività o naturalizzati. L'areale riproduttivo, con esclusione di alcune aree della Francia meridionale, è frammentato e localizzato (Snow & Perrins, 1998). In Italia, la riproduzione si verifica nelle regioni più settentrionali (Lombardia, Veneto, Piemonte, Emilia Romagna, ecc...), e occasionalmente più a sud sino alla Puglia e alla Sardegna settentrionale (Brichetti & Fracasso, 2003).

In Sardegna, la presenza di singoli individui e piccoli gruppi (solitamente coppie) della specie come migratrice e svernante irregolare, è stata rilevata in modo quasi regolare sin dall'800 (Cara, 1842). Tuttavia, da diversi decenni è presente anche una ridotta popolazione introdotta per scopi ornamentali che in diversi siti si è anche naturalizzata, nidificando in modo più o meno regolare e allevando i pulcini (Grussu, 1995a, 1995b, 1996a, 1996b, 2001).

La prima introduzione nell'isola è stata effettuata intorno al 1955 in un piccolo lago artificiale della Sardegna centro-occidentale, presso Villagrande/Nuoro. Nel sito, è stata rilasciata una coppia di adulti importata dalla Svizzera, che ha nidificato con successo una volta allevando 11 giovani. Negli anni successivi, il gruppo di cigni è rimasto nella zona umida, diventando per molto tempo una attrazione per gli abitanti dell'area, ma la popolazione dei cigni si è poi ridotta progressivamente per la morte degli individui per impatto sulle linee elettriche presenti in prossimità del lago. Gli ultimi individui di Cigno reale sono morti intorno al 1970 e la popolazione si è quindi estinta (Basoccu, inedito).

Intorno al 1990, una piccolissima popolazione è stata introdotta in alcuni siti della parte nord-orientale dell'isola, in Costa Smeralda. Per diversi anni, 1-2 coppie si sono anche insediate e riprodotte nella vicina località di Liscia di Vacca; ma l'esito riproduttivo non è noto. Attualmente, la riproduzione della specie, si verifica ancora con 2-3 coppie nella Costa Smeralda, ad opera di individui tenuti in condizioni di semi-libertà (Sanna, inedito).

Sempre intorno al 1990, nel Golfo di Cagliari (sud dell'isola), la riproduzione della specie si è verificata all'interno del parco di un hotel presso Pula. Inoltre, sempre in quest'area, in località Poggio dei Pini, negli anni compresi tra la fine del XX secolo e i primi del XXI, alcune coppie di Cigno reale sono state rilasciate in alcune aree umide artificiali. Da alcuni anni una coppia nidifica in modo regolare nel sito con un esito riproduttivo soddisfacente, con 3-4 giovani allevati annualmente nel periodo 2006-2008.

Inoltre, negli ultimi anni singoli individui e piccoli gruppi (sino a 5 individui contemporaneamente) sono stati introdotti in situazione di semi-libertà in parchi di ville e hotel in diverse aree costiere dell'isola senza che siano stati accertati altri casi di nidificazione.

In totale, in Sardegna al momento sono presenti almeno 3-4 coppie nidificanti della specie su una popolazione totale di 20-40 individui. Una buona parte degli individui introdotti sono abili al volo e spesso si allontanano dai siti d'introduzione o si disperdono definitivamente in natura confondendosi con eventuali individui selvatici migratori e svernanti.

La nidificazione in cattività del cigno reale in Sardegna, che si verifica seppur in modo irregolare da diversi decenni, evidenzia la presenza nell'isola delle caratteristiche ambientali idonee alla riproduzione della specie. Inoltre, il sito di nidificazione del Golfo di Cagliari costituisce il limite più meridionale dell'areale riproduttivo in Italia (Brichetti & Fracasso, 2003) e, insieme a quelli spagnoli, greci e turchi, anche uno dei più meridionale dell'intera Regione Paleartica occidentale (cfr. Snow & Perrins, 1998).

Ringraziamenti – Si ringraziano tutti i ricercatori del GOS che hanno collaborato alla nostra inchiesta, in particolare Angelo Pani e Antonio Fadda.

Bibliografia

Brichetti P. & Fracasso G., 2003 – Ornitologia Italiana 1. *Perdisa*, Ozzano Emilia (BO).

Cara G., 1842 - Elenco degli uccelli che trovansi nell'isola di Sardegna od Ornitologia sarda. *Fratelli Reycend & C.*, Torino.

Grussu M., 1995a – Check-list of the Birds of Sardinia (First part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 65: 113-122.

Grussu M., 1995b – Status, distribuzione e popolazione degli uccelli nidificanti in Sardegna (Italia) al 1995. Prima parte. *Gli Uccelli d'Italia*, 20: 77-85.

Grussu M., 1996a – Check-list of the Birds of Sardinia (Second and last part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 66: 9-16.

Grussu M., 1996b – Status, distribuzione e popolazione degli uccelli nidificanti in Sardegna (Italia) al 1995. Seconda e ultima parte. *Gli Uccelli d'Italia*, 21: 5-16.

Grussu M., 2001 – Checklist of the birds of Sardinia. *Aves Ichnusae*, 4: 2-55.

Snow D. W. & Perrins C. M. (eds.), 1998 – The Birds of the Western Palearctic. Concise Edition. *Oxford University Press*, Oxford.

Marcello Grussu, Piero Basoccu, Mauro Sanna & Francesco Mascia
Gruppo Ornitologico Sardo, C.P. 209/C, 09045 Quartu Sant'Elena (CA), Italia
e-mail: gos.it@tiscali.it

Leonardo Gubellini & Morena Pinzi

Osservazioni su alcune specie vegetali alloctone nelle Marche

Remarks on some alien plant species in the Marche region

In base all'aggiornamento delle conoscenze sulla flora regionale, le entità esotiche italiane attualmente presenti nelle Marche ammontano a 296, corrispondenti al 10,76% di tutta la flora. Tuttavia se consideriamo tra le esotiche anche le specie alloctone nelle Marche, ma indigene almeno in una regione italiana, il numero sale a 346 entità, corrispondenti a ben il 12,57% della flora regionale; tra queste specie si possono indicare: *Alnus cordata* (Loisel.) Loisel., *Anemone coronaria* L., *Medicago arborea* L., *Allium neapolitanum* Cirillo, *Capparis spinosa* L., ecc.

Recenti ricerche hanno permesso di individuare alcune nuove specie esotiche per la regione e di ampliare le conoscenze su ecologia e distribuzione di altre. Gran parte dei dati qui riportati sono inseriti nel lavoro di prossima pubblicazione relativo al Censimento della Flora Esotica d'Italia (Celesti-Grapow *et al.*, in stampa).

Rumex cristatus DC. è stata indicata per la Sicilia (Conti *et al.*, 2005) ed è diffusa in Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia-Romagna (Galasso, 2008), dove era stata inizialmente confusa con *R. kerneri* Borbás (Conti *et al.*, 2005); nel giugno 2008 è stata osservata in un ambiente ruderale ai margini della Superstrada Fano-Grosseto in località Bellocchi. Successive ricerche condotte nel territorio regionale non hanno consentito il ritovamento di altre popolazioni.

Di recente comparsa è anche *Amaranthus tuberculatus* (Moq.) J.D.Sauer, segnalato per Lombardia, Emilia-Romagna (Conti *et al.*, 2005, sub *A. rudis* Sauer), Piemonte e Veneto (Conti *et al.*, 2007) e raccolto la prima volta nel 2006 e successivamente nel 2007 nell'alveo del Fiume Metauro presso Fossombrone (PESA). Il buon numero di esemplari osservati lascia immaginare che la specie abbia la capacità di una rapida diffusione.

Carpobrotus acinaciformis (L.) L.Bolus è una specie ampiamente coltivata soprattutto lungo la costa, ma ancora non mostra una spiccata capacità di spontaneizzarsi, tuttavia presso Porto Potenza Picena (MC) sta invadendo una parte del cordone litoraneo.

Opuntia ficus-indica (L.) Mill. è frequentemente coltivata a scopo ornamentale, ma solitamente non è in grado di affrancarsi dal luogo dell'impianto. Tuttavia è stata osservata, certamente avventizia, a Fermo, in pendici scoscese assieme ad *Agave americana* L. e presso Ascoli Piceno in luoghi semirupestri. Specie esotica nuova per la regione è anche *Physalis peruviana* L., raccolta nel 2007 sul greto del Fiume Chienti presso S. Claudio (Corridonia, MC) ove sono stati osservati alcuni esemplari in un'area di alcune centinaia di metri quadrati.

Oxalis pes-caprae L. è stata segnalata la prima volta per Pietralacroce (AN) (Biondi & Allegrezza, 1996). Successivamente è stata raccolta in varie località delle province di Pesaro e Urbino, Ancona, Macerata e Ascoli Piceno (PESA); la specie sembra pertanto in forte espansione in ambienti retrodunali, scarpate stradali, luoghi ruderali del settore costiero e basso collinare.

Ambrosia artemisiifolia L., indicata come pianta di presenza generalmente effimera per varie località costiere fra Pesaro e Falconara Marittima (Brilli-Cattarini & Sialm, 1973, sub *A. elatior* L.; Viegi *et al.*, 2003), negli ultimi anni è stata raccolta anche lungo il Fiume Candigliano presso Furlo (2002) e lungo il Fiume Metauro presso Fossombrone (2005), località in cui si stabilisce nei greti e tende a diffondersi in modo significativo (PESA).

Bibliografia

Biondi E. & Allegrezza M., 1996 – Il paesaggio vegetale del territorio collinare anconetano. *Giornale Botanico Italiano*, 130 (1): 117-135.

Brilli-Cattarini A. J. B. & Sialm R., 1973 – Segnalazione di piante nuove, inedite, o notevoli per la regione marchigiana. III. *Giornale Botanico Italiano*, 107: 59-73.

Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Viegi L., Villani M. C., Wilhalm T. & Blasi C., in stampa – The inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143.

Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iiriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007 – Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina*, 10 (2006): 5-74.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. *Palombi Editori*, Roma.

Galasso G., 2008 – Due specie di *Rumex* L. (Polygonaceae) recentemente comparse in Italia settentrionale: *R. cristatus* DC. e *R. kerneri* Borbás. In: Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione. Galasso G., Chiozzi G., Azuma M. & Banfi E. (eds.). *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 35 (I): 60.

Viegi L., Vangelisti R., D'Eugenio M. L., Rizzo A. M. & Brilli-Cattarini A., 2003 – Contributo alla conoscenza della flora esotica d'Italia: le specie presenti nelle Marche. *Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie, Serie B*, 110: 97-162.

Leonardo Gubellini & Morena Pinzi
Centro Ricerche Floristiche delle Marche, Via Barsanti 18, 61100 Pesaro, Italia
e-mail: crflor@provincia.ps.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Duilio Iamonico

Invasività e problematiche tassonomiche relative al genere *Amaranthus* L. in Italia

Invasiveness and taxonomic problems on the genus *Amaranthus* L. in Italy

Gli studi sulle entità esotiche d'Italia, condotti dalla Società Botanica Italiana, hanno evidenziato la presenza di un significativo contingente di specie indicate tra le più invasive a livello globale. Tra esse sono annoverati gli amaranti (Viegi *et al.*, 2005). Il genere *Amaranthus* L. è rappresentato nella flora italiana da 20 specie (Conti *et al.*, 2005; 2007) e 21 entità (Iamonico, 2008a), delle quali 19 ritenute aliene, talora naturalizzate invasive. La capacità di diffusione di queste piante erbacee è connessa all'elevata plasticità ecologica delle varie specie, che permette loro di occupare facilmente ambiti aperti a medio-bassa naturalità. Le caratteristiche principali favorenti il processo di invasione sono: ciclo biologico breve, fenologia tardo-estiva, strutture dei popolamenti diversificate, impollinazione autogama e anemogana (Costea & Tardif, 2003; Costea *et al.*, 2004). Gli effetti negativi che ne conseguono riguardano sia la biodiversità, particolarmente negli ecosistemi urbani nei confronti delle specie indigene sinantropiche, sia le attività agricole, trattandosi di specie infestanti i campi coltivati che provocano ingenti danni economici (Camarda *et al.*, 2005). Dati bibliografici e osservazioni personali hanno evidenziato la facilità di insediamento degli amaranti nelle colture cerealicole, orticole e frutticole.

Per l'Italia la conoscenza di questo *taxon* è ancora assai lacunosa. Complesse questioni di carattere tassonomico, elevata variabilità fenotipica e notevole frequenza degli ibridi sono i principali fattori che hanno portato ad errori di determinazione e di distribuzione delle specie. Conseguentemente si ha una sottostima (o sovrastima) dell'abbondanza delle entità, che riflette talora una valutazione erronea dello *status* invasivo. Con lo scopo di sopperire a tali mancanze e fornire, sia in termini scientifici che applicativi, strumenti e informazioni utili per una corretta definizione di strategie di monitoraggio degli amaranti, è stata avviata da circa due anni una ricerca su tale genere, la prima a livello nazionale. Le indagini sinora effettuate hanno rilevato nuove segnalazioni, conferme storiche ed esclusioni (Iamonico, 2008a, 2008b, in accettazione; Iamonico & Wilhalm, 2008). La revisione dei materiali d'erbario, in particolare, ha evidenziato numerose determinazioni errate anche per specie ben discriminabili morfologicamente. Le imprecisioni maggiori riguardano le entità del subgen. *Amaranthus* sect. *Amaranthus* (*sensu* Mosyakin & Robertson, 1996), gruppo che più degli altri manifesta la variabilità fenotipica del genere (per l'Italia comprende: *A. caudatus* L., *A. retroflexus* L., *A. hybridus* L., *A. cruentus* L., *A. powellii* S.Watson s.l.).

Risulta chiara dunque l'importanza di approfondire le problematiche tassonomiche sul genere in Italia, in modo da favorire la corretta determinazione e distribuzione delle varie specie. Si perverrà così alla redazione di piani d'azione efficaci, tali da ridurre le ripercussioni socio-economico-ambientali causate dalla diffusione incontrollata di queste infestanti.

Bibliografia

Camarda I., Brundu G., Celesti Grapow L., Viegi L. & Blasi C., 2005 – Le specie esotiche invasive. In: Stato delle Conoscenze sulla flora vascolare d'Italia. Scoppola A. & Blasi C. (eds.). *Palombi & Partner*, Roma.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An annotated checklist of the italian vascular flora. *Palombi & Partner*, Roma.

Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iiriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007 – Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina*, 10 (2006): 5-74.

Costea M. & Tardif F. J., 2003 – The biology of Canadian weeds. 126. *Amaranthus albus* L., *A. blitoides* S.Watson and A. *blitum* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 83: 1039-1066.

Costea M., Weaver S. E. & Tardif F. J., 2004 – The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powellii* S.Watson and *A. hybridus* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 84: 631–668.

Iamonico D., 2008a – Sulla presenza di alcune entità del genere *Amaranthus* L. (Amaranthaceae) nel Lazio. *Informatore Botanico Italiano*, 40 (1): 23-26.

Iamonico D., 2008b – Notula 1459. *Amaranthus caudatus* L. (Amaranthaceae). Notulae alla Checklist della flora italiana: 5. *Informatore Botanico Italiano*, 40 (1): 110.

Iamonico D., in accettazione – Note floristiche su alcune entità del genere *Amaranthus* L. per l'Emilia Romagna e per le Marche. *Studia Geobotanica*.

Iamonico D. & Wilhalm T., 2008 – Notula 1464. *Amaranthus graecizans* L. (Amaranthaceae). Notulae alla Checklist della flora italiana: 5. *Informatore Botanico Italiano*, 40 (1): 111.

Mosyakin S. L. & Robertson K. R., 1996 – New infrageneric taxa and combination in *Amaranthus* (Amaranthaceae). *Annales Botanici Fennici*, 33: 275-281.

Viegi L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Banfi E., Blasi C., Brundu G., Cagiotti M. R., Camarda I., Celesti-Grapow L., Cesca G., Conti F., Fascetti S., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Mazzola P., Marchiori S., Pignatti S., Poldini L., Peccenini S., Prosser F., Siniscalco C., Tornadore N. & Wilhalm T., 2005 – Il censimento della flora esotica d'Italia. *Informatore Botanico Italiano*, 37 (1/A): 388-389.

Duilio Iamonico
Via dei Colli Albani 170, 00179 Roma, Italia
e-mail: duilio76@yahoo.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Alberto F. Inghilesi, Stefano Cannicci, Andrea Martini, Aldo Dal Prà,
Franco Corrias & Duccio Berzi

Gestione e controllo sanitario della nutria (*Myocastor coypus*) nell'Oasi WWF di Gabbianello (Barberino del Mugello)

Management and sanitary control of the Coypu (*Myocastor coypus*) in the Oasi WWF of Gabbianello (Barberino del Mugello)

È stata intrapresa una campagna di cattura della nutria (*Myocastor coypus*) nell'oasi WWF di Gabbianello (A.N.P.I.L. del sistema regionale delle aree protette della Toscana), area umida artificiale ultimata nel 1999 nell'ambito della sistemazione delle sponde del lago di Bilancino (Barberino del Mugello, Firenze), finalizzata alla conservazione della fauna ornitica. Le catture, effettuate mediante dispositivi a pedana basculante, sono state condotte da dicembre 2007 a febbraio 2008 per un totale di 559 notti/trappola, in due zone del lago abitualmente frequentate dalla nutrie (rinvenimento di escrementi e osservazione diretta), disposte lungo un tratto di canneto (*Phragmites australis*). Il personale della Polizia Provinciale ha poi provveduto alla soppressione eutanasica degli esemplari catturati. In ognuna delle due zone sono state installate 3 trappole a terra e 3 trappole montate su zattere galleggianti, tutte aventi carote come esca. Le 12 trappole sono quindi state controllate una volta al giorno, al mattino. Sono stati catturati 30 individui, con una *sex ratio* sbilanciata verso le femmine di 1,73 (19F, 11M). L'età degli individui è stata stabilita secondo la relazione proposta da Cossignani & Velatta (1993). L'età media è risultata essere 6,75 mesi, con tutti gli esemplari rientranti nei 12 mesi di età. Non si sono registrate differenze significative per quanto riguarda peso e misure morfometriche tra maschi e femmine. Per la popolazione è stato calcolato un peso medio di 4,02 kg e un indice di condizione medio di 53,53.

Le trappole su zattera si sono rivelate 4 volte più efficaci rispetto a quelle collocate a terra, anche a causa della presenza di minilepri (*Sylvilagus floridanus*) che le facevano scattare. Il disturbo sull'avifauna presente è risultato estremamente contenuto, soprattutto per quello che concerne il controllo delle trappole su zattera, che consentono un ridotto accesso allo specchio d'acqua da parte di addetti al controllo. La sessione di cattura è stata interrotta dopo un periodo di 12 giorni trascorsi senza catture né avvistamenti di esemplari.

Si è poi provveduto a eseguire le autopsie degli animali catturati (dopo lo stoccaggio in congelatore) per l'acquisizione di dati morfometrici. Sono state eseguiti dei controlli su campioni di feci e sangue per la ricerca di enteroparassiti e di positività a *Salmonella* spp. e *Leptospira* spp. in collaborazione con l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle regioni Lazio e Toscana, Sezione di Firenze. Un individuo è stato trovato parassitato da una specie di Oxyuridae, nessuna positività è stata trovata per *Salmonella* spp. mentre il 12% (3 positivi su 25 campioni esaminati) degli individui presentava anticorpi di *Leptospira bratislava*. Un individuo presentava il fegato con noduli cistici di *Capillaria* sp.

Con la fine delle catture, sono state approntate due aree chiuse 5×5 m con relative aree controllo, con l'intento di monitorare l'evoluzione del canneto ed eventuale impatto della nutria in ricolonizzazione. Negli ultimi anni, infatti, si è notata una graduale regressione del canneto e, in parallelo, un aumento della presenza della nutria. Un'analisi sulle specie vegetali presenti ha posto poi le basi per eventuale monitoraggio di alcune specie sensibili.

I risultati ottenuti sono stati discussi anche alla luce delle campagne di cattura svolte nell'oasi durante i due inverni precedenti.

Bibliografia

Cossignani M. & Velatta F., 1993 – Proposal of a method to estimate the weight of dried eye lens in the coypu (*Myocastor coypus*). *Hystrix*, 4 (2): 61-64.

Alberto F. Inghilesi & Stefano Cannicci
Dipartimento di Biologia Evoluzionistica, Università degli Studi di Firenze, Via Romana 17, 50125 Firenze, Italia
Alberto F. Inghilesi e-mail: alberto.inghilesi@gmail.com
Andrea Martini & Aldo Dal Prà
Dipartimento di Scienze Zootecniche, Università degli Studi di Firenze, Via delle Cascine 5, 50144 Firenze, Italia
Franco Corrias
Sezione di Firenze, Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Regioni Lazio e Toscana
Via Castelpulci 41, 50018 San Martino alla Palma (FI), Italia
Duccio Berzi
Ischetus scrl, Viale Ugo Bassi 6r, 50137 Firenze, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Lorenzo Lastrucci, Mauro Raffaelli, Bruno Foggi, Daniele Viciani,
Piero Bruschi, Enrico Della Giovampaola, Maria Adele Signorini

Contributo alla conoscenza della flora esotica della Toscana
Contribution to the knowledge of the alien flora of Tuscany

Durante le indagini degli ultimi anni riguardanti la flora e la vegetazione degli ambienti umidi della Toscana e delle isole dell'arcipelago toscano sono emersi nuovi dati relativi alla flora esotica presente nella regione.

Gli studi sulla flora igrofila si sono concentrati dapprima sulle aree umide planiziarie e collinari della provincia di Arezzo (Lastrucci & Raffaelli, 2006), mostrando la presenza sul territorio, oltre che di un elevato numero di entità di estremo interesse naturalistico, anche di un robusto contingente di esotiche, alcune delle quali molto abbondanti o addirittura con spiccata tendenza all'invasività (es. *Paspalum distichum* L., *Bidens frondosa* L., *Artemisia verlotiorum* Lamotte, *Amorpha fruticosa* L., *Reynoutria japonica* Houtt. var. *japonica*, *Symphyotrichum lanceolatum* (Willd.) G.L.Nesom, *Cyperus eragrostis* Lam.). Sempre in provincia di Arezzo, lungo l'Arno nel basso Casentino, è stata segnalata per la prima volta in Toscana *Vitis riparia* Michx. (Galasso *et al.*, 2007). L'estensione delle indagini sulle zone umide ad altre province della Toscana ha portato a nuove scoperte di specie esotiche casuali quali *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms lungo un corso d'acqua che attraversa Firenze (Lastrucci & Foggi, 2007) o invasive, almeno localmente, quali *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc., specie di origine sudamericana abbondantissima lungo alcuni corsi d'acqua intorno al Lago di Porta, nella Toscana nord-occidentale (Lastrucci *et al.*, 2006).

Un'indagine tassonomica e distributiva sul territorio italiano, con la collaborazione del Museo di Storia Naturale di Milano e del Corpo Forestale dello Stato di Pratovecchio (AR), è stata poi intrapresa sulle specie del genere *Reynoutria* in seguito al ritrovamento di *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková, entità nuova per l'Italia (Padula *et al.*, 2008); attualmente è in fase di aggiornamento la distribuzione di tali specie in territorio toscano. Ulteriori indagini sulle aree umide toscane, in special modo intorno al Padule di Fucecchio, evidenziano la forte presenza di *Amorpha fruticosa* e di *Cyperus strigosus* L., abbondantissimo sui prati umidi del Padule e delle zone limitrofe.

Parallelamente alle indagini sulle zone umide è in fase di ultimazione uno studio sulle esotiche dell'Arcipelago Toscano. Su una griglia di 250×250 m per l'Elba e di 100×100 m per Giannutri, Giglio, Pianosa, Capraia, Gorgona è stata valutata la presenza quantitativa di 15 specie utilizzando una scala da 1 a 10. Attraverso sistemi GIS è stata poi verificata la relazione fra la presenza delle specie e alcuni parametri geomorfici, climatici e ambientali in generale. I primi risultati riguardanti 8 specie dell'Elba mostrano che i fattori naturali (temperatura, indice ombrotermico e altitudine) hanno la maggiore influenza nella determinazione del tipo di distribuzione, mentre come secondo fattore sono attivi due ulteriori parametri: lunghezza delle strade ed eterogeneità ambientale (numero di tipi di vegetazione per *plot*).

Uno studio di dettaglio è stato intrapreso su *Oxalis pes-caprae* L. di cui viene indagata la diffusione lungo le coste del Mediterraneo e in Italia, la presenza nell'Arcipelago Toscano e la biologia riproduttiva; sulle popolazioni delle isole toscane saranno poi realizzate indagini cariologiche e sarà valutata la variabilità genetica.

Infine nell'estate 2008 è stata intrapresa un'indagine in collaborazione col Museo di Storia Naturale di Milano per lo studio delle entità esotiche del genere *Vitis* nell'Isola d'Elba.

Bibliografia

Galasso G., Banfi E., Alessandrini A., Lastrucci L., Padula M. & Zoccola A, 2007 – Notula alla checklist della flora vascolare italiana n. 1286. *Vitis riparia* Michx. *Informatore Botanico Italiano*, 39 (1): 244.

Lastrucci L. & Foggi B., 2007 – Prima segnalazione di *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms (Pontederiaceae) per la Toscana. *Atti della Società toscana di Scienze naturali. Memorie, Serie B,* 113 (2006): 27-30.

Lastrucci L., Foggi B. & Becattini R., 2006 – *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc. (*Haloragaceae*): una nuova specie esotica invasiva per la Toscana. *Informatore Botanico Italiano*, 37 (2) (2005): 1133-1136.

Lastrucci L. & Raffaelli M., 2006 – Contributo alla conoscenza della flora delle zone umide planiziarie e collinari della Toscana orientale: la provincia di Arezzo (Italia centrale). *Webbia*, 61 (2): 271-304.

Padula M., Lastrucci L., Fiorini G., Galasso G., Zoccola A. & Quilghini G., 2008 – Prime segnalazioni di *Reynoutria* × *bohemica* Chrtek & Chrtková (Polygonaceae) per l'Italia e analisi della distribuzione del genere *Reynoutria* Houtt. *Atti della Società italiana di Scienze naturali e del Museo civico di Storia naturale di Milano*, 149 (1): 77-108.

Lorenzo Lastrucci, Mauro Raffaelli, Bruno Foggi & Daniele Viciani
Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze, Via La Pira 4, 50121 Firenze, Italia
Lorenzo Lastrucci e-mail: gqlast@tin.it - Bruno Foggi e-mail: bruno.foggi@unifi.it
Piero Bruschi, Enrico Della Giovampaola & Maria Adele Signorini
Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Firenze, Piazzale delle Cascine 28, 50144 Firenze, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Francesco Lillo, Francesco Paolo Faraone & Mario Lo Valvo

Xenopus laevis in Sicilia: areale, invasività e impatto

Xenopus laevis in Sicily: range, invasiveness and impact

In Italia sono note tre specie di anfibi alloctoni naturalizzati: *Lithobates catesbeianus*, *Pelophylax kurtmuelleri* e *Xenopus laevis*. Mentre le prime due specie sono state introdotte per fini alimentari, è probabile che *X. laevis* sia stato introdotto in seguito all'uso di tale specie in ambito medico e scientifico. Studi condotti a partire dal 2005 si sono finora concentrati nel valutare l'areale della specie, le capacità invasive, lo spettro trofico e il potenziale impatto sugli ecosistemi ospiti.

Il primo ritrovamento di *X. laevis* in Sicilia è databile al 1999 sebbene esso sia ufficialmente noto dal 2004 (Lillo *et al.*, 2005). Nonostante la relativa recente introduzione di questo pipide, l'areale della popolazione risulta particolarmente ampia: i censimenti condotti nel 2005 hanno evidenziato un'estensione di circa 225 km^2 (Faraone *et al.*, 2008a), ben più ampia di quella coperta dalla popolazione francese (considerata fino ad allora la più estesa in Europa) che, dal rilascio avvenuto all'inizio degli anni '80, aveva raggiunto un'estensione di circa 100 km^2 nel 2003. Censimenti condotti tra il 2005 e il 2008 hanno evidenziato un notevole allargamento dell'areale, fatto che denota una spiccata capacità di dispersione e colonizzazione. L'areale di *X. laevis* in Sicilia include le valli dei Fiumi Jato e Belice Destro e la specie è rinvenibile, oltre che nel primo dei due fiumi, in un grande invaso artificiale e in numerosi stagni agricoli presenti sul territorio limitrofo. Proprio in questi ultimi la specie trova le condizioni ideali per instaurare popolazioni particolarmente numerose.

La dieta, analizzata tramite *stomach flushing* in uno stagno campione (Faraone *et al.*, 2008b), si basa quasi completamente sulla predazione di organismi acquatici. Le prede quantitativamente più abbondanti sono costituite da zooplancton (copepodi e cladoceri, 63,5%), invertebrati nectonici (efemerotteri, zigotteri e anisotteri, 22,1%), e invertebrati bentonici (chironomidi e ceratopogonidi, 13,4%), mentre una quota inferiore della dieta deriva da prede terrestri (probabilmente cadute accidentalmente in acqua) e da eventi di cannibalismo nei confronti di uova, larve e neometamorfosati (complessivamente 0,8%). Dal punto di vista del contributo in massa, le categorie di prede più importanti risultano dagli invertebrati nectonici e dal cannibalismo (48,7% e 47,2% rispettivamente).

La valutazione dell'impatto sugli ecosistemi ospiti da parte di specie aliene è una procedura piuttosto complessa e dai risultati spesso ambivalenti. Tra il 2006 e il 2008 è stata condotta un'indagine mirata a valutare l'effetto di *X. laevis* sulle popolazioni autoctone di anfibi (Lillo *et al.*, 2008). Nell'area sono naturalmente presenti *Bufo bufo*, *Hyla intermedia, Discoglossus pictus* e *Pelophylax* sinklepton *hispanicus*. L'impatto è stato valutato tramite confronti tra stagni dalle medesime caratteristiche ecologiche, occupati e non da *X. laevis*. Nei due gruppi di stagni è stato valutato il successo riproduttivo delle specie autoctone tramite presenza/assenza di uova, larve e neometamorfosati (confronto statistico tramite χ^2-test). Differenze altamente significative sono risultate tra i due gruppi di stagni per il successo riproduttivo di tre specie (*H. intermedia, D. pictus* e *P.* sinklepton *hispanicus*). Nessuna differenza significativa è stata invece riscontrata per *B. bufo* per il quale è stato anche effettuato il test U di Mann-Whitney sulle densità dei girini ma, anche in questo caso, senza differenze significative.

Le informazioni finora ottenute suscitano un giustificato allarme sulle conseguenze attuali e future dell'introduzione di *X. laevis*. Esso risulta infatti, in Sicilia, una specie ben adattata alle condizioni ambientali, con notevole capacità invasive e con un verosimile effetto negativo sulle specie locali di anfibi. Gli sforzi futuri dovranno essere concentrati, oltre che nel completamento delle informazioni sulle caratteristiche ecologiche e comportamentali, nel ricercare strategie compensative e metodi di eradicazione e contenimento per i quali saranno necessari notevoli risorse scientifiche ed economiche.

Bibliografia

Faraone F. P., Lillo F., Giacalone G. & Lo Valvo M., 2008a – The large invasive population of *Xenopus laevis* in Sicily, Italy. *Amphibia-Reptilia*, 29: 405-412.

Faraone F. P., Lillo F., Giacalone G. & Lo Valvo M., 2008b – Dieta di una popolazione di Xenopo liscio introdotta in Sicilia. In: Herpetologia Sardiniae. Corti C. (ed.). *Societas Herpetologica Italica. Edizioni Belvedere*, Latina: 241-246.

Lillo F., Marrone F., Sicilia, A., Castelli G. & Zava B., 2005 – An invasive population of *Xenopus laevis* (Daudin, 1802) in Italy. *Herpetozoa*, 18: 63-64.

Lillo F., Faraone F. P. & Lo Valvo M., 2008 – Valutazione preliminare dell'impatto di *Xenopus laevis* sulle popolazioni di anfibi siciliani. In: Herpetologia Sardiniae. Corti C. (ed.). *Societas Herpetologica Italica. Edizioni Belvedere*, Latina: 304-309.

Francesco Lillo, Francesco Paolo Faraone & Mario Lo Valvo
Dipartimento di Biologia Animale "G. Reverberi", Università degli Studi di Palermo, Via Archirafi 18, 90123 Palermo, Italia
Francesco Lillo e-mail: francesco.lillo@unipa.it
RICERCA PARZIALMENTE FINANZIATA CON FONDI "EX 60%" MURST 2006

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Andrea Maria Longo, Irene Lisi & Marcello Zorzi

Prunus serotina, Phytolacca americana, Ailanthus altissima: le principali specie vegetali infestanti nella Riserva Naturale "Bosco WWF di Vanzago"

Prunus serotina, *Phytolacca americana*, *Ailanthus altissima:* the main invasive plant species in the wildlife reserve "Bosco WWF di Vanzago"

La Riserva Naturale "Bosco WWF di Vanzago" rientra nel sistema delle aree protette della Regione Lombardia. Si trova situata nella porzione di pianura del pianalto padano, tra le incisioni dei Fiumi Ticino ed Olona, al margine estremo nord della fascia dei fontanili. È uno dei rari casi di bosco di pianura ancora esistenti nella Pianura Padana, con esemplari centenari di rovere e di farnia. All'area boscata si alternano terreni agricoli, specchi d'acqua e zone umide occupate da canneto e altre specie vegetali. L'area è riconosciuta come riserva naturale regionale a partire dal 1985. Successivamente è stata identificata come Sito di Importanza Comunitaria (SIC) e Zona di Protezione Speciale (ZPS) (IT2050006).

Da diversi anni in numerosi boschi della Pianura Padana vi è una massiccia diffusione del *Prunus serotina* Ehrh. Introdotto presumibilmente nel 1922 in alcuni terreni privati presso Crenna di Gallarate (VA), la specie ha allargato il proprio areale. Di origine nordamericana, appartiene alla sottofamiglia delle Prunoideae delle Rosaceae. È un albero che nel suo areale può raggiungere altezze di 18-25 m e spesso anche 30; il diametro del tronco si aggira sui 45-60 cm. I frutti del *Prunus serotina* maturano solo dopo la metà del mese di agosto e per questo è anche detto prugnolo tardivo. È una pianta chiaramente mesofila, ma dotata di notevole plasticità. Ha la capacità di riprodursi sia per seme che agamicamente tramite polloni. La specie si è espansa con rapidità soprattutto nei boschi cedui formando popolamenti di pessima struttura ed impoverendo notevolmente la composizione specifica. Ha capacità, inoltre, inibente a causa della produzione di sostanze allelopatiche.

Il *Prunus serotina* è diffuso prevalentemente nell'area del pianalto e nelle zone del Ticino, dove si rileva un'estrema rigogliosità e facilità di dispersione tale da competere con tutte le altre specie presenti, robinia compresa, che tende a sostituire.

Oltre al *Prunus serotina*, altre specie vegetali alloctone sono presenti, seppur in maniera minore, presso l'area protetta "Bosco WWF di Vanzago": *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle e *Phytolacca americana* L. e anche *Robinia pseudoacacia* L.

Ma è il *Prunus serotina* che rappresenta il maggior fattore di disturbo ecologico forestale. Il sottobosco e la composizione vegetale dello stato erbaceo sono fortemente condizionati dalla presenza del *Prunus serotina* che, resistente alla malattie e adattabile alle più disparate condizioni ambientali, si è diffuso rapidamente nel sottobosco, portando alla scomparsa, in talune aree, di quasi tutte le specie erbacee ed arbustive ed impedendo di fatto la rinnovazione naturale e spontanea delle specie arboree indigene. Inoltre è meno appetibile al prelievo degli erbivori per la presenza di sostanze tossiche nel fogliame.

Dall'anno 2000 al 2003 sono stati effettuati degli interventi periodici di taglio del *Prunus serotina*, in alcune aree boscate della riserva naturale, attraverso decespugliazione manuale e con trincia forestale. Tale attività ha permesso il mantenimento (solamente per i quattro anni) di un sottobosco privo della specie infestante, ma anche scarno delle altre specie autoctone. L'intervento è stato accompagnato dalla messa a dimora di specie arbustive e ad alto fusto, in maniera di aumentare, nel corso degli anni, l'ombreggiamento.

La crescita del *Prunus* al termine degli interventi di taglio è ripresa costantemente riportando le stesse condizioni trovate all'inizio dei quattro anni.

Risulta estremamente problematico il controllo delle specie infestanti considerando anche gli alti costi per un costante e continuo taglio in tutte le superfici interessate e il non utilizzo di prodotti chimici all'interno della riserva naturale.

Andrea Maria Longo, Irene Lisi & Marcello Zorzi
Riserva Naturale della Regione Lombardia "Bosco WWF di Vanzago", Via Tre Campane 21, 20010 Vanzago (MI), Italia
e-mail: boscovanzago@wwf.it - sito web: www.boscowwfdivanzago.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Maurizio Marrese

Quadro conoscitivo preliminare della flora vascolare alloctona della provincia di Foggia

Preliminary checklist of the alien vascular flora of the Foggia Province (Italy)

L'area d'indagine comprende tutta la provincia di Foggia, incluse le Isole Tremiti. Il territorio è solitamente diviso in tre subregioni distinte: Tavoliere delle Puglie, Promontorio del Gargano e Monti Dauni. Il Tavoliere è delimitato dai confini naturali creati da tre corsi d'acqua: il Fiume Fortore (e Torrente Saccione), che segna il confine con la regione Molise a nord; il Torrente Candelaro, che lo separa a est dal Gargano; il Fiume Ofanto a sud, che lo divide dalla provincia di Bari; a ovest il Tavoliere è delimitato virtualmente dalle prime colline dell'Appennino. L'area è una vasta pianura, lunga 80 km e larga 40 km circa, avente una superficie di oltre 3.000 km², quasi totalmente coltivata a cereali con rare apparizioni di vigneti, uliveti e coltivazioni di ortaggi. Poche sono le aree naturali sopravvissute all'agricoltura intensiva, ormai ridotte a "isole", tra cui citiamo il Bosco dell'Incoronata nel comune di Foggia e i rarefatti lembi di boschi ripariali dei corsi d'acqua, come quelli del Torrente Cervaro. Il Gargano è un promontorio che per la varietà di ambienti presenta un'elevatissima biovarietà. Oggi protetto quasi totalmente dall'omonimo parco nazionale, è spesso considerato come un'isola biologica poiché è circondato per tre lati dal Mare Adriatico e da distese coltivazioni cerealicole al suo confine con il Tavoliere. Pochi sono i possibili corridoi ecologici con l'Appennino, esclusivamente riferibili ai corsi d'acqua, che a causa delle manomissioni ambientali perpetrate nell'arco di decenni sono ridotti a canali profondi e stretti spesso senza vegetazione ripariale. I Monti della Daunia confinano con le regioni Molise, Campania e Basilicata, sono delimitati a nord-ovest dal bacino del Fiume Fortore, a sud dal Fiume Ofanto e ad est dalla pianura del Tavoliere. Nel complesso il territorio risulta differente dal resto della provincia a causa di un clima più "appenninico" e non mediterraneo come nelle altre due subregioni; infatti, secondo una classificazione altimetrica, per il 20% risulta essere montano e per l'80% collinare. L'altitudine massima si raggiunge con Monte Cornacchia a 1.151 m s.l.m.

In questa indagine è stata presa in considerazione la flora esotica della provincia di Foggia, sia sulla base di analisi bibliografiche (Fenaroli, 1966-1974; Biscotti, 2002; Marrese, 2006) che di dati e rilevamenti raccolti direttamente in campo dal 1998 al 2008. Tale campionamento si è basato sul modello del progetto europeo di cartografia floristica (CFCE/MTB) già ampiamente applicato dai paesi europei. Il quadrante è l'unità cartografica utilizzata e a esso sono riferiti i dati di presenza/assenza di ogni specie. Ogni quadrante è stato suddiviso in 4 settori e ognuno di essi, a sua volta, in ulteriori sottosettori per un maggior dettaglio. Per la determinazione dei singoli *taxa* ci si è avvalsi di "Flora d'Italia" (Pignatti, 1982) e di "Flora Europaea" (Tutin *et al.*, 1964-1980, 1993) e come confronto degli aggiornamenti della "An annotated checklist of the italian vascular flora" (Conti *et al.*, 2005). Il trattamento informatico dei dati floristici è stato effettuato mediante dei fogli di calcolo *worksheet* e *software GIS open source* (*Quantum GIS*).

La ricerca ha rinvenuto 82 entità; le specie sono state suddivise e catalogate tra coltivate spontaneizzate (CS), avventizie naturalizzate (AN), avventizie casuali (AC) ed esotiche dubbie (ED); la tipologia più rappresentata sono le specie coltivate spontaneizzate. Sono inoltre state raccolte informazioni su origine, distribuzione, ecologia e fenologia, habitat, capacità invasiva e *trend*. Si menziona la rapida diffusione dell'*Amorpha fruticosa* L. specie americana in rapida diffusione negli unltimi 8 anni nelle zone umide del Golfo di Manfredonia, Fiume Ofanto e Fortore.

Possiamo concludere che i dati sulla flora esotica della provincia di Foggia concordano con altri studi pubblicati a livello nazionale salvo alcune eccezioni. È ben inteso che tale contributo rappresenta un punto di partenza per futuri approfondimenti. Il presente lavoro è parte integrante del nascente progetto denominato "Atlante corologico della flora vascolare della Provincia di Foggia".

Bibliografia

Biscotti N., 2002 – Botanica del Gargano. *Gerni*, San Severo (FG).

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An annotated checklist of the Italian vascular flora. *Palombi Editori*, Roma.

Fenaroli L., 1966-1974 – Florae Garganicae Prodromus. *Webbia*, 21: 839-944; 24: 435-578; 28 (2): 323-410; 29 (1): 123-301.

Marrese M., 2006 – La flora vascolare dei Monti Dauni: primo catalogo. *Atti 101° Congresso della Società Botanica Italiana*, Caserta: 227.

Pignatti S., 1982 – Flora d'Italia. *Edagricole*, Bologna.

Tutin T. G. *et alii* (eds.), 1964-1980 – Flora Europaea. *Cambridge University Press*, Cambridge, ed. 1, 1-5.

Tutin T. G. *et alii* (eds.), 1993 – Flora Europaea. *Cambridge University Press*, Cambridge, ed. 2, 1.

Maurizio Marrese
Centro Studi Naturalistici ONLUS, Via V. Civili 64, 71100 Foggia, Italia
e-mail: marrese@centrostudinatura.it - sito web: www.centrostudinatura.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Francesco Mascia

Espansione del picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* negli eucalipteti infestati da coleotteri cerambicidi del genere *Phoracantha* in Sardegna

Range expansion of the Great Spotted Woodpecker *Dendrocopos major* in *Eucalyptus* reforestations infested by Longhorn Beetles of the genus *Phoracantha* in Sardinia

In Sardegna i rimboschimenti a specie arboree di origine australiana appartenenti al genere *Eucalyptus* (Myrtaceae), in particolare *E. camaldulensis* Dehnh., costituiscono frequentemente vaste estensioni monospecifiche, principalmente nei settori di pianura.

Negli ultimi 50 anni in tutto il bacino del Mediterraneo è stata riscontrata la presenza di due specie di coleotteri alloctoni appartenenti al genere *Phoracantha* (Cerambycidae) e strettamente legate a tali unità forestali, essendo anch'essi di origine australiana e xilofagi esclusivi su *Eucalyptus* (Wang, 1995).

Le due specie, *P. semipunctata* (Fabricius, 1775) e *P. recurva* Newman, 1840, sono state segnalate per la prima volta in Sardegna rispettivamente nel 1969 e nel 2003 (Tassi, 1969; Cillo *et al.*, 2006). Uno stretto legame ecologico tra alcune specie di Picidae e *P. semipunctata* risulta già noto per altre località del Mediterraneo: in Israele il picchio rosso di Siria *Dendrocopos syriacus* (Hemprich & Ehrenberg, 1833) rappresenta l'unico predatore abituale di questa specie (Mendel *et al.*, 1984) e la colonizzazione degli eucalipteti infestati dalla stessa da parte del picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* L., 1758 era già stata rilevata e analizzata in Sicilia (La Mantia *et al.*, 2002). In Sardegna, il picchio rosso maggiore è una specie stanziale (Grussu, 2001) la cui popolazione è stimata per 1.001-10.000 coppie (Grussu, 1995; 1996) e il cui areale risulta attualmente in espansione (M. Grussu & F. Mascia, dati inediti). Nell'estate 2006 è stata notata l'assidua frequentazione da parte di individui adulti di *D. major* in eucalipteti situati in diverse località di pianura della Sardegna.

Negli anni seguenti sono state monitorate 30 aree forestate ad *Eucalyptus* selezionate tra le più distanti da unità forestali autoctone o da vasti territori rimboscati a conifere, dove la presenza abituale e la riproduzione del picchio sono già confermate. In seguito a tali indagini è stato possibile confermare la presenza regolare del picchio rosso maggiore in diversi eucalipteti dell'isola.

Nel 70% delle stazioni si segnala la frequentazione assidua (quotidiana per il 90% delle stazioni; ogni 2-4 giorni nel restante 10%): nel 40% di queste, la presenza è limitata al periodo invernale mentre nelle restanti stazioni è stata osservata regolarmente durante tutto l'anno, con minore frequenza (ogni 6-7 giorni, raramente meno) nel bimestre agosto-settembre.

Oltre il 70% degli individui sono stati sorpresi in attività trofica su tronchi, più del 50% in comportamento territoriale durante il periodo riproduttivo ed in due casi è stata riscontrata la nidificazione.

Contemporaneamente, nelle stesse stazioni è stata verificata la presenza di eventuali infestazioni di *Phoracantha* spp. e, in seguito a tali verifiche, si conferma che tutti i siti frequentati assiduamente dagli individui di picchio rosso maggiore ospitano popolazioni di una o entrambe le specie di *Phoracantha*.

In tutte le occasioni sono state rinvenute numerose tracce di alimentazione di *D. major* su tronchi di piante morenti e parassitate dai coleotteri. Nelle stazioni dove non si è confermata la presenza (se non occasionale) del picchio rosso maggiore, non sono state individuate popolazioni di coleotteri xilofagi.

In base a questi dati, come si evince anche dal confronto con altre località del Mediterraneo, si può ipotizzare che anche in Sardegna l'espansione territoriale del picchio rosso maggiore nei settori di pianura, ed in particolare in corrispondenza di unità forestali alloctone quali sono gli eucalipteti, sia strettamente legata alla comparsa dei due Cerambycidae alloctoni infestanti *Eucalyptus*.

Bibliografia

Cillo D., Leo P. & Sechi D., 2006 – Segnalazioni Faunistiche Italiane. 449. *Phoracantha recurva* Newman, 1840 (Coleoptera Cerambycidae). *Bollettino della Società Entomologica Italiana,* 138: 77-78.

Grussu M., 1995 – Status, distribuzione e popolazione degli uccelli nidificanti in Sardegna (Italia) al 1995 (Prima parte). *Gli Uccelli d'Italia,* 20: 77-85.

Grussu M., 1996 – Status, distribuzione e popolazione degli uccelli nidificanti in Sardegna (Italia) al 1995 (Seconda e ultima parte). *Gli Uccelli d'Italia,* 21: 5-16.

Grussu M. 2001 – Checklist of the birds of Sardinia. Updated to December 2001. *Aves Ichnusae,* 4: 2-55.

La Mantia T., Spoto M. & Massa B., 2002 – The colonization of the Great Spotted Woodpecker (*Picoides major* L.) in Eucalypt woods and Poplar cultivations in Sicily. *Ecologia mediterranea*, 28: 65-73.

Mendel Z., Golan Y. & Madar Z., 1984 – Natural control of the Eucalyptus Borer, *Phoracantha semipunctata* (F.) (Coleoptera: Cerambycidae), by the Syrian Woodpecker. *Bulletin of Entomological Research,* 74: 121-127.

Tassi F., 1969 – Un Longicorne australiano per la prima volta in Italia. *Bollettino Associazione romana di Entomologia,* 24: 69-71.

Wang Q., 1995 – A taxonomic Revision of the Australian Genus *Phoracantha* Newman (Coleoptera: Cerambycidae). *Invertebrate Taxonomy*, 9: 865-958.

Francesco Mascia
Gruppo Ornitologico Sardo, Via Oreste Salomone 32, 09030 Elmas (CA), Italia
e-mail: hippolais@tiscali.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Francesco Mascia & Marcello Grussu

Status e distribuzione del parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri*) e del parrocchetto monaco (*Myiopsitta monachus*) in Sardegna

Status and distribution of the Ring-necked Parakeet (*Psittacula krameri*) and the Monk Parakeet (*Myiopsitta monachus*) in Sardinia

Il parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri*) e il parrocchetto monaco (*Myiopsitta monachus*) sono specie naturalizzate nella Regione Paleartica occidentale da molti decenni. In Italia, le prime nidificazioni sono state riscontrate intorno al 1975 in Liguria per *P. krameri* e poco dopo il 1930 in Lombardia per *M. monachus*. Attualmente il loro areale in Italia e nel resto della Regione Paleartica occidentale è ancora discontinuo e puntiforme (Snow & Perrins, 1998; Andreotti *et al*., 2001). In Sardegna, la presenza di queste due specie è nota da alcuni decenni (Spanò & Truffi, 1986; Grussu, dati inediti), con l'osservazione di singoli individui o piccoli gruppi in differenti aree dell'isola, evidentemente sfuggiti da condizioni di cattività. Nonostante le osservazioni dei due psittacidi si siano rivelate numerose e periodiche e la nidificazione sia stata più volte sospettata, solo di recente si è potuto accertare la loro riproduzione. Alla luce di questi importanti eventi, riteniamo quindi opportuno fornire i primi dati sulla loro distribuzione e status nell'isola.

Parrocchetto dal collare

Le prime osservazioni della specie risalgono al periodo 1980-81, con l'avvistamento di alcuni individui nella città di Cagliari, ma in considerazione della loro distribuzione e numero, è presumibile che la presenza sia riconducibile ad alcuni anni prima. A Cagliari, negli anni immediatamente successivi, gli avvistamenti si fanno sempre più frequenti e la specie viene notata anche in altre località dell'isola (Iglesiente, Campidano settentrionale, costa orientale, ecc...), con indizi di nidificazione raccolti soprattutto a Cagliari e nell'Iglesiente nel periodo 1985-95. In seguito a questi dati, il parrocchetto dal collare viene quindi considerato come specie non ancora acclimatata nell'isola (Grussu, 1995; 1996; 2001). Più recentemente si è verificato un incremento degli avvistamenti nell'area urbana di Cagliari di singoli individui e piccoli gruppi (max. 18 individui) con prime prove di nidificazione nel 2006. In considerazione della popolazione presente nella città, presumibilmente le prime nidificazioni devono essersi verificate perlomeno alla fine del secolo scorso. La nidificazione è possibile anche a Sassari e Olbia; ma la presenza della specie è nota anche in altre località dell'isola. Solamente in pochi siti (Cagliari, Sassari, Olbia, Porto Torres, Iglesias, ecc...) gli avvistamenti riguardano gruppi, mentre negli altri si tratta invece di singoli individui. La riproduzione si verifica su alberi. Stimiamo la presenza di 15-20 coppie e circa 100-130 individui, per il 70-80% distribuiti nell'area urbana e suburbana di Cagliari.

Parrocchetto monaco

Il primo avvistamento della specie nell'isola è del 1985 a Cagliari (Spanò & Truffi, 1986), ma le prime osservazioni regolari si sono verificate solo nei primi anni di questo secolo, con la presenza a Cagliari di gruppetti (max. circa 30 individui) in diverse aree alberate della città e con le prime prove di nidificazione raccolte nel 2007. Anche in questo caso, in considerazione della popolazione presente, è presumibile che la specie abbia iniziato a riprodursi almeno 4-5 anni prima. La riproduzione si verifica su palme *Phoenix canariensis*. Stimiamo sia presente una popolazione di 20-30 coppie e circa 150 individui, interamente localizzata a Cagliari.

In considerazione della grande capacità adattativa dimostrata negli altri contesti mediterranei dove le due specie si sono naturalizzate (cfr. Snow & Perrins, 1998) non è difficile prevedere un aumento della popolazione nel futuro.

Ringraziamenti - Si ringraziano P. Carroni, D. Contu, A. Fadda, M. Medda, A. Secci, M. Sanna e tutti gli altri ricercatori del GOS che hanno fornito dati inediti per questo lavoro.

Bibliografia

Andreotti A., Baccetti N., Perfetti A., Besa M., Genovesi P. & Guberti V., 2001 – Mammiferi ed Uccelli esotici in Italia: analisi del fenomeno, impatto sulla biodiversità e linee guida gestionali. Quaderni Conservazione Natura, 2. *Ministero Ambiente, Istituto Nazionale Fauna Selvatica.*

Grussu M., 1995 – Check-list of the Birds of Sardinia (First part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 65: 113-122.

Grussu M., 1996 – Check-list of the Birds of Sardinia (Second and last part). *Rivista italiana di Ornitologia*, 66: 9-16.

Grussu M., 2001 – Checklist of the birds of Sardinia. *Aves Ichnusae*, 4: 2-55.

Snow D. W. & Perrins C. M. (eds.), 1998 – The Birds of the Western Palearctic. *Oxford University Press*, Oxford. Concise Edition, I-II.

Spanò S. & Truffi G., 1986 – Il Parrocchetto dal collare, *Psittacula krameri,* allo stato libero in Europa, con particolare riferimento alle presenze in Italia, c primi dati sul Pappagallo monaco, *Myiopsitta monachus*. *Rivista italiana di Ornitologia*, 56: 231-239.

Francesco Mascia & Marcello Grussu
Gruppo Ornitologico Sardo, C.P. 209/C, 09045 Quartu Sant'Elena (CA), Italia
Francesco Mascia e-mail: gos.it@tiscali.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Andrea Monaco, Dario Capizzi, Ivana Pizzol, Stefano Sarrocco, Marco Scalisi,
Iacopo Sinibaldi, Giuliano Tallone & Piero Genovesi

An integrated approach on a regional level: Project for an Alien Species Atlas of Latium (PASAL)

Un approccio integrato a livello regionale: il Progetto Atlante Specie Alloctone Lazio (PASAL)

Also following the recommendations of the European Strategy on Invasive Alien Species (Genovesi & Shine, 2004), in 2007 the Regional Parks Agency of Latium (ARP) launched a regional project (PASAL: "Project for an Alien Species Atlas of Latium", carried out under the scientific supervision of ISPRA) aimed at preventing or mitigating the impacts of alien wildlife species to the biodiversity of Latium.

PASAL is based on an integrated and coordinated program of work, based on four major work packages:

1) implementing a geographically referenced inventory of alien wildlife species, including all existing information (excerpted from available literature, unpublished data provided by experts, review of museum collections, etc...) and data collected during field surveys; the database will be designed to allow data sharing with other existing European inventories (DAISIE);

2) defining a coordinated overall strategy aimed at preventing further introductions of unwanted alien wildlife species, and at controlling those already established; for this aim, several data will be considered, including location of risky activities (aquaculture, horticulture, airports, seaports, etc...), analysis of risks for main pathways and vectors, a "black list" containing invasive alien species not yet present but with a high likelihood of introduction;

3) defining detailed action plans for managing the most relevant invasive alien species, setting priorities, identifying key actions and defining operating standards and procedures;

4) implementing actions aimed at preventing further introductions of unwanted alien species and at mitigating impacts of already established alien species. This work package will produce several specific outcomes, ranging from research programs (i.e. a study on the role of Fiumicino International Airport as pathways for alien species will be implemented), to planning tools (i.e. a plan for early detection and rapid response to new invasions), to feasibility studies for implementing further actions in the future (i.e. what is needed for establishing a permanent monitoring network), and communication tools (i.e. programmes and products for different target audiences).

In this contribution the very preliminary results of the regional inventory are showed, and some highlights on presence and trends of biological invasions in Latium Region are presented as an example of the expected PASAL products.

Bibliografia

Genovesi P. & Shine C., 2004 – European Strategy on Invasive Alien Species. Nature and Environment, n. 137. *Council of Europe publishing*, Strasbourg.

Andrea Monaco, Dario Capizzi, Ivana Pizzol, Stefano Sarrocco, Marco Scalisi, Iacopo Sinibaldi & Giuliano Tallone
Agenzia Regionale per i Parchi, Regione Lazio, Via del Pescaccio 96, 00166 Roma, Italia
Andrea Monaco e-mail: monaco.arp@parchilazio.it
Piero Genovesi
ISPRA, ex-INFS, Via Cà Fornacetta 9, 40064 Ozzano dell'Emilia (BO), Italia
e-mail:piero.genovesi@infs.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Riccardo Motti & Adriano Stinca

Checklist della flora vascolare aliena della provincia di Napoli

Checklist of the alien vascular flora of the Province of Naples

L'intensificarsi degli scambi commerciali e della mobilità umana determina la diffusione, accidentale o intenzionale, di entità al di fuori del loro areale di origine, con possibili impatti negativi sulle biocenosi dei territori colonizzati. A scala globale proprio le "invasioni biologiche" sono tra le principali minacce alla biodiversità. Scopo della presente indagine, di cui vengono ora presentati i risultati preliminari, è quello di fornire un quadro esaustivo della flora vascolare aliena della provincia di Napoli. La ricerca si inserisce nel più ampio studio volto a definire la flora alloctona della Campania, regione per la quale ad oggi non esiste un contributo specifico.

La provincia di Napoli ricopre una superficie di circa 117.100 ha, rappresentando l'8,6% dell'intero territorio regionale, ma con una densità demografica elevatissima (2.612 abitanti/km²). Dal punto di vista fisiografico il territorio appare molto diversificato e con quote comprese tra 0 e 1.444 m s.l.m. Si osserva una notevole complessità geologica cui fa riscontro un'elevata variabilità pedologica influenzata soprattutto dall'attività vulcanica passata e recente. Il clima presenta caratteri di mediterraneità che diventano meno accentuati all'aumentare delle elevazioni. Le precipitazioni annuali oscillano tra i circa 550 mm di Capri ed i circa 1.200 mm della Penisola Sorrentina, mentre le temperature medie annuali sono comprese tra 13,2 °C del Somma-Vesuvio ed i 16,6 °C di Capri.

La *checklist* prodotta è il risultato di erborizzazioni iniziate nel 2006 e di indagini sulla più recente bibliografia floristica inerente l'area in esame (Caputo, 1964-65; Caputo *et al.*, 1989-90; De Natale, 2003; De Natale & La Valva, 2000; Motti, 1996; Motti & Ricciardi, 2005; Ricciardi, 1996; Ricciardi *et al.*, 1986, 2004). Per ogni specie viene specificato il relativo *status* invasivo, secondo la terminologia proposta in recenti contributi (Richardson *et al.*, 2000; Pyšek *et al.*, 2004). La nomenclatura è aggiornata secondo la *checklist* della flora vascolare italiana (Conti *et al.*, 2005) e le relative integrazioni (Conti *et al.*, 2007). L'elenco floristico al momento risulta costituito da 155 neofite; dal censimento sono state dunque escluse le archeofite. Tra le specie invasive, di nuovo ritrovamento, viene segnalata per la prima volta in Campania *Oxalis latifolia* Kunth, mentre la naturalizzazione di *Chlorophytum comosum* (Thunb.) Jacques viene segnalata per la prima volta in Italia. L'analisi dei dati mostra che le aliene casuali ammontano al 60,7%, le naturalizzate al 21,9% e le invasive al 17,4%. Lo spettro biologico relativo alle 155 entità evidenzia una netta prevalenza delle fanerofite con il 36,1% rispetto alle terofite (23,2%), geofite (16,8%), camefite (13,6%), emicriptofite (9,7%) e idrofite (0,6%). Per quanto concerne le aree di origine, le esotiche censite provengono in massima parte dal continente americano, distribuite tra centro-sud America (32,3%) e nord America (13,5%), ed in minor misura dall'Africa (23,9%), dall'Asia (20,6%) e dall'Australia (3,9%). Le entità di origine ignota o dubbia costituiscono il 5,8% del totale.

Bibliografia

Caputo G., 1964-65 – Flora e vegetazione delle isole di Procida e Vivara (Golfo di Napoli). *Delpinoa*, n.s., 6-7: 191-276.

Caputo G., La Valva V., Nazzaro R. & Ricciardi M., 1989-90 – La flora della Penisola Sorrentina (Campania). *Delpinoa*, n.s., 31-32: 3-97.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A. & Blasi C. (eds.), 2005 – An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. *Palombi Editori*, Roma.

Conti F., Alessandrini A., Bacchetta G., Banfi E., Barberis G., Bartolucci F., Bernardo L., Bonacquisti S., Bouvet D., Bovio M., Brusa G., Del Guacchio E., Foggi B., Frattini S., Galasso G., Gallo L., Gangale C., Gottschlich G., Grünanger P., Gubellini L., Iiriti G., Lucarini D., Marchetti D., Moraldo B., Peruzzi L., Poldini L., Prosser F., Raffaelli M., Santangelo A., Scassellati E., Scortegagna S., Selvi F., Soldano A., Tinti D., Ubaldi D., Uzunov D. & Vidali M., 2007 – Integrazioni alla checklist della flora vascolare italiana. *Natura Vicentina*, 10 (2006): 5-74.

De Natale A., 2003 – La flora di un'isola minore dell'arcipelago Campano: Nisida. *Informatore Botanico Italiano*, 35 (2): 267-288.

De Natale A. & La Valva V., 2000 – La Flora di Napoli: i quartieri della città. *Webbia*, 54 (2): 271-375.

Pyšek P., Richardson D. M., Rejmánek M., Webster G. L., Williamson M. & Kirschner J., 2004 – Alien plants in checklist and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53 (1): 131-143.

Motti R., 1996 – Il bosco del Parco dei Camaldoli (Aspetti floristici e vegetazionali). *Annali di Botanica*, 54: 187-208.

Motti R. & Ricciardi M., 2005 – La flora dei campi Flegrei (Golfo di Pozzuoli - Campania). *Webbia*, 60 (2): 395-476.

Ricciardi M., 1996 – Flora di Capri (Golfo di Napoli). *Annali di Botanica*, 54: 7-169.

Ricciardi M., Aprile G. G., La Valva V. & Caputo G., 1986 – La Flora del Somma-Vesuvio. *Bollettino della Società dei Naturalisti in Napoli*, 96: 3-121.

Ricciardi M., Nazzaro R., Caputo G., De Natale A. & Vallariello G., 2004 – La flora dell'isola di Ischia (Golfo di Napoli). *Webbia*, 59 (1): 1-113.

Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D. & West C. J., 2000 – Naturalization and invasion of alien plants: concept and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.

Riccardo Motti & Adriano Stinca
Dipartimento di Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale, Università degli Studi di Napoli "Federico II",
Via Università 100, 80055 Portici (NA), Italia
Riccardo Motti e-mail: motti@unina.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Paola Nola, Renzo Motta, Roberta Berretti & Silvia Assini

Dinamica di *Robinia pseudoacacia* L. nell'evoluzione delle foreste ripariali del Parco del Ticino: l'esempio della Riserva "Bosco Siro Negri"

Dynamic of the Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Ticino Park riparian forests: the example of "Bosco Siro Negri" Reserve

L'invasione da parte di specie aliene rappresenta una delle maggiori minacce ecologiche alla biodiversità, seconda per gravità soltanto alla distruzione degli habitat naturali.

L'impatto negativo che le specie esotiche hanno sulla struttura e sui processi degli ecosistemi assume particolare rilevanza nelle riserve naturali o nei parchi finalizzati a proteggere comunità di piccole dimensioni o relitti della vegetazione naturale, quale il Parco Regionale del Ticino.

Inoltre gli ecosistemi forestali alluvionali sono uno degli ambienti naturali maggiormente minacciati dell'Europa meridionale poiché essi sono stati enormemente ridotti in dimensioni e sono attualmente rappresentati da frammenti a rischio di estinzione. A questo si aggiunge che il Parco del Ticino rappresenta un corridoio ecologico estremamente importante nella Pianura Padana, altamente urbanizzata, legando le Alpi agli Appennini. A partire dalla fine del XIX secolo, specie invasive quali il ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.), la robinia (*Robinia pseudoacacia* L.), l'ailanto (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) e la quercia rossa (*Quercus rubra* L.) sono state introdotte in questa zona, diffondendosi poi ampiamente e rappresentando ora un importante problema ecologico.

Nella parte meridionale del parco la specie esotica forestale più diffusa e aggressiva è la robinia. In questa zona si trova il Bosco "Siro Negri", oggetto del presente studio. Si tratta di una Riserva Naturale Integrale, estesa per 11 ha, corrispondente a un querco-ulmeto, che rappresenta uno dei relitti meglio conservati di foresta ripariale originaria.

Per studiare la dinamica della robinia all'interno di una foresta lasciata evolvere indisturbata, nel 2005 sono state insediate due aree di studio permanenti (*permanent plots*). Entrambi i *plot* hanno alta densità ed elevato numero di specie arboree; sono pluristratificati e ricchi in legno morto, attribuibile principalmente a farnia (*Quercus robur* L.) e robinia. Queste due specie sono presenti solo nello strato dominante e in quello intermedio e rappresentano più dell'80% della biomassa vivente. Dalle analisi dendroecologiche risulta che nel bosco si sono verificati 3 disturbi principali nell'ultimo secolo. La robinia si è insediata quasi esclusivamente nel ventennio successivo al secondo disturbo (1940-1960).

La dinamica della robinia osservata nel "Bosco Siro Negri" è molto simile a quella descritta nel suo territorio d'origine. Si è infatti individuata una prima fase di massiccio insediamento nella quale la specie ha acquisito una notevole densità, seguita da una seconda fase in cui gli individui si sono accresciuti, senza però riuscire a rinnovare. In questi ultimi anni, infine, si è osservato un forte insediamento di specie tolleranti l'ombreggiamento ed una accentuata mortalità degli individui di robinia presenti nel piano dominante.

I risultati ottenuti inducono ad affermare che la migliore strategia per controllare la diffusione della robinia consista nell'evitare disturbi e attenderne la regressione spontanea.

Se questo semplice schema può essere applicato per la dinamica passata e recente dei popolamenti forestali studiati, restano comunque molte incertezze riguardo alla loro futura evoluzione: l'arricchimento in azoto apportato dalla robinia e dalle deposizioni atmosferiche, l'aumento di CO_2 ed i cambiamenti climatici, la scomparsa dell'olmo ed il deperimento della farnia sono fattori che hanno modificato, o stanno modificando, le condizioni stazionali e le traiettorie delle dinamiche forestali.

Data la mancanza di riferimenti passati e le numerose fonti di incertezza per il futuro, l'osservazione del dinamismo in aree permanenti costituisce l'unico sistema di riferimento attendibile.

Paola Nola & Silvia Assini
Dipartimanto di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Paola Nola e-mail: paola.nola@unipv.it
Renzo Motta & Roberta Berretti
Dipartimento AGROSELVITER, Università degli Studi di Torino, Via Leonardo Da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO), Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Salvatore Pasta & Tommaso La Mantia

Le specie vegetali aliene in alcuni SIC siciliani: analisi del grado di invasività e misure di controllo

Alien plant species in some Sicilian SCI: checking invasive trend and control measures

In occasione del monitoraggio svolto per conto di Legambiente nell'ambito della "Redazione dei piani di gestione dei siti natura 2000" finanziato dal POR Sicilia 2000-2006, in alcuni Siti di Importanza Comunitaria (SIC) presenti in Sicilia (Macalube di Aragona, Complesso dei Monti di Santa Ninfa-Gibellina e Grotta di Santa Ninfa, Lago Sfondato, Rupe di Marianopoli, Isola di Linosa, Isola di Lampedusa e Lampione; Zona di Protezione Speciale Arcipelago delle Pelagie-Area marina e terrestre), sono state formulate delle ipotesi d'intervento sulle specie aliene partendo da una valutazione del loro grado di invasività.

Comune a tutti i SIC è *Oxalis pes-caprae* L., pianta d'origine sudafricana che ha ormai colonizzato ogni ambiente disturbato e seminaturale di tutta la fascia infra- e mesomediterranea di Sicilia e la cui eradicazione risulta ormai impossibile. I substrati calanchivi delle Macalube - mobili, argillosi, aridi e salini - mostrano di "resistere" naturalmente alle invasioni. Negli ultimi anni tuttavia *Symphyotrichum squamatum* (Sprengel) G.L.Nesom ha colonizzato il SIC, dove tende a interferire con le specie e le comunità igrofile. La cessazione dell'attività agricola dovrebbe portare alla graduale scomparsa di *Sulla coronaria* (L.) Medik., xenofita subspontanea che caratterizza il paesaggio agrario delle colline argillose siciliane.

L'eterogeneità topografica e l'intensità del passato uso antropico sembrano le cause principali dell'alto numero di xenofite presenti nel SIC di Santa Ninfa. Oltre ad *Oxalis pes-caprae* è presente *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, specie a crescita rapidissima che in Sicilia trova il suo *optimum* negli aspetti di mantello, essendo tuttavia capace di colonizzare anche le formazioni erbacee perenni subnitro-igrofile. I rimboschimenti presenti nel SIC ospitano diverse specie potenzialmente invasive, come *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Acacia saligna* (Labill.) H.L. Wendl. e *Pinus* spp. All'interno di un invaso artificiale va monitorato il *trend* demografico di *Arundo donax* L., che potrebbe interferire con le locali cenosi igrofile. *Symphyotrichum squamatum* ed *Erigeron bonariensis* L. sembrano aver colonizzato di recente il SIC: la prima interferisce con le comunità igrofile, mentre la seconda attualmente colonizza gli ambienti marginali legati all'attività forestale ma potrebbe ben presto invadere incolti ed aspetti di prateria annua e perenne. Infine, va monitorato il *trend* demografico di: *Agave americana* L., *Myoporum tenuifolium* G.Forster e *Lantana camara* L.

Le pratiche agricolo-zootecniche tradizionali, l'assenza di strade e di corsi d'acqua connessi a centri abitati giustificano il bassissimo numero di aliene a Lago Sfondato ed a Marianopoli. In quest'ultimo SIC va monitorato il *trend* e programmata la graduale sostituzione di alcune specie impiantate nei rimboschimenti e talora subspontanee (*E. camaldulensis*, *Pinus* spp.) e vanno eradicati i piccoli nuclei di *Ailanthus altissima*.

A proposito di Lampedusa non si può non rimarcare la stretta correlazione tra il degrado diffuso dell'isola e l'abbondanza di xenofite: discariche, fabbricati abusivi, cave ed altre zone di estrazione di pietrame, ecc. costituiscono infatti la nicchia elettiva di gran parte delle esotiche. L'elevato numero di specie introdotte spontaneizzate o subspontanee e di avventizie casuali o naturalizzate concorda con la vulnerabilità tipica degli ecosistemi insulari, dove spesso il tasso di endemismo va di pari passo con il tasso di xenofite e con il tasso di *turnover*. Risulta urgente eradicare specie potenzialmente invasive come *Ailanthus altissima*, *Nicotiana glauca* R.C.Graham, *Malephora crocea* (Jacq.) Schw. e *Carpobrotus edulis* (L.) N.E.Br., mentre bisogna monitorare l'evoluzione demografica di altre xenofite potenzialmente invasive quali *Symphyotrichum squamatum*, *Erigeron bonariensis*, *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Datura inoxia* Mill.

Anche nel SIC di Linosa sono state censite diverse xenofite, facilitate dalla buona qualità dei suoli vulcanici. Vanno eradicati *Nicotiana glauca* e *Carpobrotus edulis*, va interrotta la piantumazione di *Tamarix canariensis* Willd. e monitorato il *trend* demografico di altre potenziali invasive quali *Erigeron sumatrensis* Retz., *E. bonariensis*, *Opuntia ficus-indica* e *Datura inoxia*.

Alcune misure efficaci di prevenzione delle invasioni sono: evitare l'introduzione di terreno vegetale proveniente da aree esterne ai SIC, ridurre al minimo l'estensione e l'intensità di manutenzione di ecotoni antropogeni come la viabilità e le strisce parafuoco. Bisogna inoltre promuovere - soprattutto nelle isole - l'uso di specie arbustive locali per le abitazioni private "di campagna" e scoraggiare, al contempo, ulteriori introduzioni inappropriate.

Salvatore Pasta & Tommaso La Mantia
Dipartimento di Colture Arboree, Università degli Studi di Palermo, Viale delle Scienze, Ed. 4, Ingr. H, 90128 Palermo, Italia
Tommaso La Mantia e-mail: tommasolamantia@unipa.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Maurizio Pavesi

Sottostima delle minacce per la biodiversità da parte di specie aliene di insetti

Underestimated threats to biodiversity by alien insect species

Il problema dell'introduzione e naturalizzazione di specie aliene, e dei loro possibili effetti negativi sia sull'ambiente naturale che sulle attività umane, è noto da oltre un secolo, ma negli ultimi anni ha assunto un'importanza cruciale a causa di un insieme di fattori. Nel caso degli insetti alieni, naturalizzati o segnalati come a rischio di naturalizzazione, l'attenzione si rivolge soprattutto alle specie conosciute come infestanti, in quanto possono interferire con le attività umane arrecando danni economici anche molto gravi. Le specie la cui invasività è limitata all'ambiente naturale, con popolazioni di consistenza numerica spesso contenuta, vengono per lo più trascurate; la loro presenza ed espansione costituisce oggetto di interesse soprattutto per gli studiosi di entomologia, ed il loro impatto sulla biodiversità generalmente ritenuto non significativo.

Vi sono attualmente motivi per dubitare della correttezza di questo punto di vista. L'imenottero sfecide *Sceliphron caementarium*, originario del Nordamerica, è attualmente naturalizzato in un vasto areale che include l'America tropicale e l'area pacifica dal Giappone all'Australia. In Italia la prima segnalazione, per la Toscana, risale al 1990; in seguito la specie si è ampiamente diffusa, divenendo localmente abbondante. Nel corso di uno studio effettuato in Romagna, campionamenti eseguiti a distanza di alcuni anni, nel 1987 e nel 1995, mediante raccolta di nidi e successivo allevamento hanno mostrato la scomparsa della preesistente popolazione di *Sceliphron destillatorium*, totalmente soppiantata da *S. caementarium*. Osservazioni compiute nell'anno in corso in siti in Lombardia e in Emilia-Romagna hanno evidenziato la presenza regolare di *S. caementarium* unitamente alla totale assenza di altre specie di *Sceliphron*. Occorre tener presente che, qualora l'insediamento di *S. caementarium* ai danni delle altre specie significasse anche un aumento consistente della popolazione totale di *Sceliphron*, trattandosi di un cacciatore estremamente generalista di ragni, gli effetti sull'ecosistema di un'eccessiva pressione sulle popolazioni di questi potrebbero essere ben più imponenti della semplice scomparsa dei nostri *Sceliphron* indigeni.

Talora specie aliene di insetti vengono introdotte in un territorio non accidentalmente, come clandestini indesiderati all'interno di carichi di merci, ma deliberatamente, in vista di una loro possibile utilità a scopo di lotta biologica. Tale procedura, per quanto encomiabili ne siano i propositi, ossia quelli di limitare al minimo l'utilizzo di pesticidi nella difesa delle colture, è tutt'altro che esente da rischi; se lo stesso impiego di parassitoidi teoricamente monofagi per contrastare l'invasività di un fitofago alieno contiene un margine piccolo ma ineliminabile di rischio che il parassitoide possa successivamente adattarsi alle specie indigene, ben più pericolosa può rivelarsi l'introduzione di predatori scarsamente specializzati per contrastare la presenza di determinate categorie di fitofagi.

Il coleottero coccinellide *Harmonia axyridis*, di origine centroasiatica, viene commercializzato ormai da diversi anni a scopo di lotta biologica. Nella sua patria di origine, la specie presenta una notevole varietà di forme cromatiche. Per un certo tempo, la sua presenza negli ambienti naturali in Italia è sembrata piuttosto contenuta e limitata a individui di una singola forma cromatica. Molto recentemente si sono verificati, in apparente concomitanza, da un lato la comparsa di una variabilità cromatica che si avvicina sempre più a quella delle popolazioni native, probabile risultato delle ripetute introduzioni di individui di diverse provenienze e quindi di una maggiore variabilità genetica all'interno delle popolazioni naturalizzate; dall'altro, possibile conseguenza del precedente, una fase di rapida espansione. Nel 2008, unitamente ad un aumento delle località conosciute, è stata osservata in diverse stazioni lombarde una massiccia presenza di *H. axyridis*, fino a oltre il 90% della popolazione globale di coccinellidi, unitamente a un vistoso declino delle altre specie.

In Nordamerica sono ormai ben documentati gli effetti negativi di *H. axyridis* in particolare sulle popolazioni native di coccinellidi, che a livello locale possono andare dal declino all'estinzione. L'azione negativa di *H. axyridis* sulle altre specie non si limita alla competizione per le risorse alimentari (afidi), ma si estende alla predazione diretta di uova e larve. Qualora l'attuale tendenza all'espansione dovesse essere confermata, le conseguenze sui nostri ecosistemi e sulla biodiversità potrebbero essere imprevedibili.

Maurizio Pavesi
Sezione di Entomologia, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
e-mail: maurizio_pavesi@yahoo.com

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Mauro Pellizzari, Filippo Piccoli & Alessandro Alessandrini

Variazioni della flora alloctona ferrarese nell'ultimo secolo

20th Century changes in the alien flora of Ferrara Province

La flora del territorio ferrarese fu oggetto di approfondimento soprattutto nel secolo XIX, grazie a insigni botanici quali Campana, Felisi, Bertoloni, Massalongo, fino a Revedin. Quest'ultimo nel 1909 pubblicò un repertorio delle tracheofite segnalate per il Ferrarese, completo degli autori delle segnalazioni. Tale elenco costituisce la più recente "flora" ufficiale del territorio. Per colmare questa lacuna temporale è in corso di realizzazione una Flora attuale, che terrà conto di aggiornamenti bibliografici, campioni degli erbari dell'Università di Ferrara e segnalazioni recenti.

I dati a disposizione, aggiornati al 2008, sono stati sottoposti ad analisi relativamente alla presenza delle entità alloctone; i risultati sono stati confrontati con i dati corrispondenti del 1909 per registrare le variazioni nella composizione della flora alloctona ferrarese nell'ultimo secolo.

L'elenco delle entità alloctone segnalate, ottenuto dai nostri dati, già confluiti nel Censimento della Flora Esotica in Italia del 2006 (Celesti-Grapow *et al.*, in stampa), consta di 152 *taxa*: 52 hanno lo *status* di avventizie casuali (CAS), 83 di naturalizzate (NAT) e 17 di invasive (INV). Rispetto al totale della flora spontanea (circa 1.200 entità) le alloctone ammontano al 12,7 %, un dato leggermente superiore alla media dell'Emilia-Romagna (12,1 %) ma comunque inferiore alla media italiana (13,4 %).

Il confronto con la Flora del 1909 non può essere preciso: quest'ultima comprendeva anche le più comuni piante coltivate nel totale di 801 entità; di queste risultano di origine alloctona 68, pari all'8,5 % circa. Anche con le dovute cautele riguardo alla completezza dei dati di un secolo fa, il peso della componente alloctona sulla flora ferrarese è oggi notevolmente aumentato.

Accanto ad alcune alloctone "storiche", quali robinia, amorfa ed ailanto, lo *status* di invasive riguarda oggi anche specie di comparsa recente, almeno una delle quali (*Lemna minuta*) mostra una buona "tracciabilità", essendo stata segnalata nel 1989 nel Canton Ticino e in Trentino, nel 1992 in Lombardia, nel 1997 in Emilia-Romagna, nel 1998 in Veneto, nel 2006 in Puglia, nel 2007 in Lazio e Abruzzo; nel frattempo ha superato il limite dell'invasività in almeno 3 regioni.

Le altre alloctone invasive caratterizzano gli ambienti umidi, in particolare fluviali (*Ambrosia artemisiifolia, Bidens frondosa, Cyperus glomeratus, Humulus japonicus, Sicyos angulatus, Solidago gigantea*), le sabbie litorali (*Ambrosia psilostachya, Cenchrus incertus*), le vie di comunicazione, strade e ferrovie (*Helianthus tuberosus, Senecio inaequidens*), o tutti questi habitat (*Erigeron canadensis, Oenothera stucchii, Xanthium orientale* subsp. *italicum*).

Le alloctone di un secolo fa erano soprattutto infestanti dei coltivi, o avventizie degli incolti e degli ambienti antropizzati (39 su 68), mentre minori erano la componente delle specie coltivate e rinselvatichite (17) e il contingente delle piante alloctone di ambienti umidi (11).

Oggi dobbiamo registrare un forte calo delle infestanti delle colture, anche per i progressi nella lotta alle malerbe, a fronte dell'aumento delle esotiche ornamentali che si diffondono fuori dai giardini e di quelle che sfruttano come via di diffusione la rete idrografica.

È infatti da ricordare che il Fiume Po, che con il suo tratto terminale e i rami deltizi costituisce il confine settentrionale della provincia di Ferrara, è una sorta di "imbuto" del proprio bacino idrografico, una via d'ingresso preferenziale per le alloctone, molte delle quali però rimangono legate agli habitat di greto o di golena, e solo raramente superano le barriere rappresentate dagli argini maestri. Limitate all'asta del Po, e quindi marginali per il Ferrarese, sono ad esempio *Apios americana, Bidens connata, Cyperus squarrosus, Ludwigia peploides* subsp. *montevidensis* e *Mollugo verticillata*.

Altre specie sono più diffuse sul territorio, ma limitatamente ad una coltura particolare come quella del riso, di cui rappresentano alcune delle principali infestanti e da cui non tendono a sfuggire: *Cyperus difformis, Heteranthera reniformis, H. rotundifolia, Limnophila* × *ludoviciana*.

Bibliografia

Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Viegi L., Villani M. C., Wilhalm T. & Blasi C., in stampa – The inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143.

Redevin P., 1909 – Contributo alla flora vascolare della Provincia di Ferrara. *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, n.s., 16: 269-334.

Mauro Pellizzari & Filippo Piccoli
Dipartimento di Ecologia ed Evoluzione, Università degli Studi di Ferrara, Corso Ercole I d'Este 32, 44100 Ferrara, Italia
e-mail: pcf@unife.it
Alessandro Alessandrini
Istituto Beni Artistici, Culturali e Naturali, Regione Emilia-Romagna, Via Galliera 21, 40121 Bologna, Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Carlo Pesarini & Andrea Sabbadini

Coleotteri cerambicidi alloctoni in Italia
Alien Longhorn Beetles in Italy

I coleotteri cerambicidi, nella maggior parte dei casi, compiono il loro sviluppo larvale a spese di alberi morti o deperienti, nel cui legno la larva vive per uno o più anni. Per questo motivo, si prestano più di altri insetti ad essere diffusi, anche a grande distanza dalle regioni di origine, attraverso trasporto passivo. Ciò nonostante, in passato le specie alloctone di questa famiglia acclimatate in Italia erano molto poche. Un quadro d'insieme del vistoso incremento cui è andato incontro il numero di tali specie in questi ultimi anni si può ricavare dai tre principali testi scientifici sulla fauna italiana di questa famiglia, cioè la "Fauna Coleopterorum Italica" (Porta, 1934) e le più recenti "Fauna d'Italia" (Sama, 1988) e "Checklist delle specie della fauna italiana" (Sama, 1995).

La "Fauna Coleopterorum Italica" registrava una sola specie alloctona ambientata in Italia: *Neoclytus acuminatus* (Fabricius, 1775). Questa specie americana della tribù dei Clytini era già stata segnalata a Fiume alla metà del XIX secolo, ed era stata osservata in Italia per la prima volta negli anni '20 del secolo scorso. Attualmente è ampiamente diffusa, e discretamente comune, in tutte le regioni settentrionali ed in parte di quelle centrali; polifaga, si sviluppa a spese di svariate latifoglie.

La "Fauna d'Italia", comparsa oltre mezzo secolo più tardi, registrava solamente un'ulteriore specie alloctona: *Phoracantha semipunctata* (Fabricius, 1775). Questa specie australiana, a regime alimentare più specializzato (si sviluppa, infatti, solo a spese di eucalipti) ed appartenente ad una tribù estranea alla fauna europea (Phoracanthini), fu osservata per la prima volta in Sardegna verso la fine degli anni '60 del secolo scorso.

Sebbene l'intervallo temporale fosse molto più ristretto (solamente sette anni), nella *checklist* a queste specie alloctone se ne erano già aggiunte altre due: *Callidiellum rufipenne* (Motschulsky, 1860) e *Xylotrechus stebbingi* Gahan, 1912. Il primo, appartenente alla tribù Callidiini ed infeudato a conifere, è stato rinvenuto in Romagna, e non sembra essersi, almeno finora, ulteriormente diffuso; il secondo, appartenente alla tribù Clytini ed estrememente polifago (si sviluppa infatti a spese delle più svariate latifoglie), si è invece diffuso con estrema rapidità in numerose regioni, ed al tempo stesso anche in gran parte dell'Europa centromeridionale.

Dall'ultimo quadro d'insieme reperibile in letteratura sulla fauna italiana di cerambicidi, la situazione si è rapidamente evoluta tanto che, alle quattro specie alloctone fino ad allora registrate, se ne sono aggiunte altre quattro.

Una di queste, è una seconda specie di *Phoracantha*, *P. recurva* Newman, 1840, legata anch'essa agli eucalipti e già precedentemente osservata in Grecia; per la nostra fauna è stata rilevata per la prima volta in Puglia ed è attualmente in espansione.

Le altre tre specie, invece, provengono dalla Cina ed appartengono ad una tribù (Lamiini) che in precedenza non annoverava, per la nostra fauna, alcuna specie alloctona.

Due di queste sono state osservate solo in tempi recentissimi in Lombardia: *Anoplophora glabripennis* (Motschulsky, 1853), legata principalmente ai salici e già rinvenuta alcuni anni fa in Francia, e *Psacothea hilaris* (Pascoe, 1857), che in Cina risulta particolarmente nociva a fichi e gelsi (su fichi, peraltro, sono stati raccolti anche gli esemplari italiani). In entrambi i casi, le popolazioni osservate sembrerebbero a tutt'oggi circoscritte e di modesta entità.

Ben diverso è il caso della terza specie, la cui presenza in Italia è stata segnalata già dall'inizio del secolo da Colombo & Limonta (2001), che la indicarono con il nome di *Anoplophora malasiaca* (Thomson, 1865), riconosciuta come specie valida da diversi autori anche in tempi recentissimi, ma considerata da Lingafelter & Hoebeke (2002) come sinonimo di *A. chinensis* (Forster, 1771), nome con cui viene perciò abitualmente citata dagli autori italiani più recenti. Si tratta in ogni caso di un insetto estremamente dannoso (in Cina produce danni ingenti soprattutto alle colture di agrumi), che attacca in modo distruttivo un gran numero di specie di latifoglie. Per cercare di contenere la sua diffusione, sono attualmente in corso svariati interventi, ed è stata addirittura lanciata una vasta campagna di informazione per mezzo di manifesti in cui la specie viene indicata col nome di "tarlo asiatico".

Bibliografia

Colombo M. & Limonta L., 2001 – *Anoplophora malasiaca* Thomson in Europe (Coleoptera Cerambycidae Lamiinae Lamiini). *Bollettino di Zoologia agraria e Bachicoltura*, 33: 65-68.

Lingafelter S. & Hoebeke R., 2002 – Revision of the genus *Anoplophora* (Cerambycidae). *Entomological Society of Washington*, Washington.

Porta A., 1934 – Fauna Coleopterorum Italica, Vol. IV, Heteromera-Phytophaga. *Stabilimento Tipografico Piacentino*, Piacenza.

Sama G., 1988 – Fauna d'Italia. Coleoptera Cerambycidae, Vol. XXV, Catalogo topografico e sinonimico. *Calderini*, Bologna.

Sama G., 1995 – Coleoptera Polyphaga XIV (Cerambycidae). In: Checklist delle specie della fauna italiana 59. Minelli A., Ruffo S. & La Posta (eds.). *Calderini*, Bologna.

Carlo Pesarini & Andrea Sabbadini
Sezione di Zoologia degli Invertebrati, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
Carlo Pesarini e-mail: carlo.pesarini@comune.milano.it - Andrea Sabbadini e-mail: andrea.sabbadini@comune.milano.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Anna Maria Picco & Marinella Rodolfi

Fusarium fujikuroi Nirenberg, specie fungina esotica emergente nelle risaie italiane

Fusarium fujikuroi Nirenberg, emerging exotic fungal species in the Italian rice fields

Nel corso dell'ultimo secolo, oltre 100 specie di *Fusarium* sono state segnalate dai micologi tassonomisti di tutto il mondo. L'importanza di tale genere fungino, diffuso in natura e negli agro-ecosistemi gestiti dall'uomo, è principalmente relazionabile alla sua elevata fitopatogenicità: *Fusarium* rappresenta una delle principali cause di danno economico per diversi tipi di coltivazioni, tipiche sia di aree temperate che tropicali. Alcune specie possono manifestare un'ampia distribuzione e varietà di ospiti; altre sono più circoscritte geograficamente e specifiche per il vegetale. *Fusarium* si caratterizza anche per le sue spiccate attività metaboliche, che permettono ad alcune specie di produrre e rilasciare, sui loro ospiti, una complessa varietà di micotossine con implicazioni nocive per la salute umana ed animale (Desjardins, 2003).

Da pochissimi anni, una malattia dal nome di chiare origini orientali sta sempre più affliggendo le nostre coltivazioni di riso: il "Bakanae". Il bakanae fu una delle prime patologie individuate nella storia del riso. Riconosciuta nel 1828 in Giappone e ufficialmente descritta nel 1898, essa fu ed è ancora oggi ampiamente diffusa in Asia, terre in cui per anni è stata responsabile di perdite anche pari al 50% della produzione. La parola stessa "bakanae" è un termine giapponese che sta a significare "piantina sciocca, ridicola", in riferimento all'anomala crescita vegetativa osservabile nelle giovani piante infette. Già nel 1917 a Formosa venne isolato il fungo responsabile del danno, appartenente al genere *Fusarium*. Tuttavia, a causa sia di un aspetto microscopico difficilmente discriminante sia della mancanza di appropriate tecniche diagnostiche, per decenni esso è stato confuso con altre temibili specie fungine, sempre appartenente al genere *Fusarium* ma altamente patogene per altre colture cerealicole. Solamente una recente revisione scientifica di questo gruppo fungino ha permesso di dichiarare la specie *Fusarium fujikuroi* Nirenberg come agente causale del bakanae.

Fusarium fujikuroi, endemico di aree risicole dell'Estremo Oriente e del sud-est asiatico, si sta rapidamente espandendo: in California la specie è stata segnalata nel 1999 e oggi affligge la maggior parte delle risaie; in Italia la malattia è visibile dalle annate 2001/2002, e anno dopo anno si ripresenta con frequenza sempre maggiore, tanto da dover oggi dichiarare il bakanae come una patologia emergente delle risaie italiane.

Il patogeno, trasmissibile via seme, sembrerebbe essere stato introdotto mediante materiale vegetale infetto proveniente da aree geografiche in cui è originario. La mancata attuazione di specifici programmi di selezione varietale per il carattere di resistenza al patogeno avrebbe comportato lo sviluppo di una sua sempre maggiore aggressività nei confronti delle varietà di riso locali.

La pianta affetta da bakanae è chiaramente individuabile: sin dalle prime fasi della sua crescita, si evidenzia per un anomalo e smodato allungamento dello stelo. All'avanzare delle fasi vegetative, il fusto continua ad allungarsi, assottigliandosi e schiarendosi sempre più. Nei casi di infezione particolarmente forte, il germinello muore rapidamente. Le giovani piante allungate sopravvissute, invece, possono rimanere in vita più a lungo: esse generalmente mostrano foglie di colore verde molto chiaro tendente al giallo, e marciumi a livello di radice e alla base del fusto. Ad uno stadio più avanzato dell'infezione, la pianta può produrre radici avventizie a livello dei nodi più bassi del culmo, porzione che può anche ricoprirsi di un sottile strato di muffa biancastra; le foglie tendono ad avvizzire. Infine, le piante malate giunte sino allo stadio adulto sono sterili o producono grani parzialmente vuoti.

Il danno causato dal bakanae è conseguente alla capacità del fungo patogeno di produrre diversi metaboliti e, in seguito, di rilasciarle nel tessuto vegetale in cui vive. La gibberellina, in particolare, è causa del tipico allungamento dello stelo; l'acido fusarico sembrerebbe essere responsabile della rapida morte dei germinelli infetti e dei fenomeni di clorosi e avvizzimento delle foglie. Inoltre, tre micotossine (moniliformina, fumonisina e beauvericina), le cui conseguenze non si manifesterebbero a livello di pianta ammalata ma sul chicco destinato all'alimentazione, potrebbero essere prodotte da *F. fujikuroi*. Recenti studi stanno evidenziando come la loro quantità di produzione non sia relazionabile a condizioni agronomiche o ambientali, ma sia semplicemente un carattere variabile del singolo ceppo che sta infettando la pianta di riso.

Bibliografia

Desjardins A. E., 2003 – Gibberella from A(venaceae) to Z(eae). *Annual Review of Phytopathology*, 41: 177-197.

Anna Maria Picco & Marinella Rodolfi
Sezione di Micologia, Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Anna Maria Picco e-mail: apicco@et.unipv.it - Marinella Rodolfi e-mail: rodolfi@et.unipv.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Livio Poldini, Sonia Comin & Marisa Vidali

The alien flora at a regional landscape scale. The case study of Friuli Venezia Giulia (NE Italy)

La flora alloctona a scala di paesaggio regionale. Il caso studio del Friuli Venezia Giulia (NE Italia)

The alien flora of Friuli Venezia Giulia has been the object of detailed analysis since the 1980s (Poldini, 1980, 1991; Poldini & Vidali, 1989; Poldini *et al.*, 1991; Martini & Poldini, 1995; Comin & Poldini, 2005; Comin, 2007; Comin *et al.*, 2008) and changes along the diachronic axis and as a function of territorial selection have been highlighted (Poldini *et al.*, unpubbl.).

The regional checklist includes 596 alien species, of which 369 are considered neophytes and 227 archaeophytes. Neophytes make up 12.9% of the Regional vascular flora (Poldini *et al.*, unpubbl.), a value very close to that found at a national level (13.4%) (Celesti-Grapow *et al.*, in press).

On this occasion we want to investigate the relationship between the alien flora and the ecological systems of Friuli Venezia Giulia using the map produced under the auspices of "Progetto Carta Natura" (Amadei *et al.*, 2003).

References

Amadei M., Bagnaia R., Laureti L., Lugeri F., Lugeri N., Feoli E., Dragan M., Fernetti M. & Oriolo G. (eds.), 2003 – Il Progetto Carta della Natura alla scala 1:250.000. Metodologia di realizzazione. *APAT, Manuali e linee guida*, Roma, 17/2003.

Celesti-Grapow L., Alessandrini A., Arrigoni P. V., Banfi E., Bernardo L., Bovio M., Brundu G., Cagiotti M., Camarda I., Carli E., Conti F., Fascetti S., Galasso G., Gubellini L., La Valva V., Lucchese F., Marchiori S., Mazzola P., Peccenini S., Poldini L., Pretto F., Prosser F., Siniscalco C., Viegi L., Villani M. C., Wilhalm T. & Blasi C., in press – The inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143.

Comin S., 2007 – La diversità vegetale tra Trieste e Gorizia. Biomonitoraggio di flora e vegetazione al fine di valutare lo stato ambientale del territorio. [Dott. ricerca in Metodologie di biomonitoraggio dell'alterazione ambientale, XVIII ciclo]. *Università degli Studi di Trieste*, Trieste. (unpubbl.).

Comin S. & Poldini L., 2005 – Biodiversità nell'area metropolitana tra Trieste e Gorizia: primi risultati. *Informatore Botanico Italiano*, 37 (1, parte A): 320-321.

Comin S., Poldini L. & Vidali M., 2008 – Diversi approcci per la misura dell'antropizzazione: esempio del Carso triestino e goriziano. 44° Congresso Società Italiana di Scienza della Vegetazione, 2008 Feb 27-29, Ravenna.

Martini F. & Poldini L., 1995 – The hemerophytic flora of Friuli-Venezia Giulia (NE-Italy). *Flora Mediterranea*, 5: 229-246.

Poldini L., 1980 – Catalogo floristico del Friuli-Venezia Giulia e dei territori adiacenti. *Studia Geobotanica*, 1 (2): 313-474.

Poldini L., 1991 – Vegetazione sinantropica. In: Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. Inventario floristico regionale. Poldini L. *Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, Direzione Regionale Foreste e Parchi, Università degli Studi di Trieste, Dipartimento di Biologia*, Udine: 61-68.

Poldini L., Martini F., Ganis P. & Vidali M., 1991 – Floristic databanks and the phytogeographic analysis of a territory. An example concerning northestern Italy. In: Quantitative approaches to phytogeography. Tasks for vegetation Science. Nimis P. L. & Crovello T. J. (eds.). *Kluwer Academic Publishers*, The Hague, 24: 159-181.

Poldini L. & Vidali M., 1989 – Studio dell'antropizzazione del Carso triestino e goriziano mediante l'uso della banca dati Floristica. *Informatore Botanico Italiano*, 21 (1-3): 224-234.

Poldini L., Vidali M. & Comin S., unpubbl. – Flora alloctona del Friuli Venezia Giulia. In: Convenzione tra Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Centro di Ricerca Interuniversitario "Biodiversità, Fitosociologia ed Ecologia del Paesaggio": Primo contributo al censimento della flora esotica d'Italia e caratterizzazione della sua invasività con particolare riferimento alla fascia costiera e alle piccole isole.

Livio Poldini, Sonia Comin & Marisa Vidali
Dipartimento di Scienze della Vita (già Dipartimento di Biologia), Università degli Studi di Trieste
Via L. Giorgieri 10, 34127 Trieste, Italia
Livio Poldini e-mail: poldini@units.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Francesca Pretto, Laura Celesti-Grapow, Emanuela Carli & Carlo Blasi

Specie vegetali alloctone nelle piccole isole italiane: il caso dell'Arcipelago delle Ponziane

Non-native plant species in small Italian islands: the case of Ponziane Archipelago

L'introduzione da parte dell'uomo di specie non native in grado di creare popolamenti stabili e diffondersi rapidamente viene ritenuta la prima causa del declino e dell'estinzione delle specie animali e vegetali all'interno delle comunità biologiche insulari (Reaser *et al.,* 2007). Lo studio dei processi di invasione biologica riveste particolare importanza nelle isole del bacino del Mediterraneo, aree ad elevata densità di specie endemiche ma caratterizzate dalla presenza dell'uomo fin da tempi storici (Grove & Rackam, 2001). In particolare nelle isole italiane il repentino cambiamento delle condizioni socio-economiche ha portato, a partire dalla metà del XX secolo, all'abbandono delle forme tradizionali di agricoltura e allo sviluppo delle attività turistiche (Debussche *et al.*, 1999). Queste ultime sono state accompagnate da un notevole aumento del tasso di introduzione delle entità alloctone (*propagule pressure*).

La presente ricerca ha interessato l'Arcipelago delle Ponziane con particolare riferimento a Ponza e Ventotene, le isole più grandi e anche le uniche stabilmente abitate. Il censimento delle specie vegetali alloctone presenti in maniera spontanea sul territorio è stato finalizzato ad individuare le entità più significative e le tipologie di vegetazione più interessate dalla loro presenza. Inoltre è stato utilizzato uno schema di campionamento *random* stratificato che ha preso in considerazione soprattutto le categorie di uso del suolo riferibili a situazioni naturali e seminaturali. All'interno dei *plot*, con forma quadrata e dimensioni pari a 100 m², sono stati raccolti 3 tipi di dati floristici per le specie autoctone e alloctone: presenza/assenza, frequenza (4 *subplot* di 5×5 m) e copertura. Sulla scheda di rilevamento sono state inoltre riportate informazioni sull'intero *plot* riguardanti quota, esposizione, inclinazione, percentuale di suolo non coperto da vegetazione, altezza degli strati erbaceo, arbustivo ed eventualmente arboreo, prossimità a strade principali e secondarie, case e campi ancora coltivati.

Nel complesso la flora esotica dell'Arcipelago delle Isole Ponziane è risultata costituita da 35 esotiche di introduzione posteriore al 1500 (neofite) e classificate, coerentemente con le definizioni proposte da Richardson *et al.* (2000), in 6 casuali, 18 naturalizzate e 11 con tendenza invasiva. La maggior parte delle specie è stata introdotta volontariamente: in molti casi si tratta infatti di piante coltivate a scopo ornamentale delle quali però solo una parte riesce a costituire popolamenti stabili. Si nota una discreta percentuale di piante importate dalla regione del Capo in Sudafrica: di queste le più importanti sono *Carpobrotus acinaciformis* (L.) L.Bolus, *C. edulis* (L.) N.E.Br. e *Oxalis pes-caprae* L. Infine gli ambienti occupati di preferenza sono le zone ruderali più prossime ai centri abitati, le rupi e le scarpate. La scarsa presenza numerica di specie esotiche nei *plot* di prato e macchia, soprattutto nell'isola di Ponza, porta ad ipotizzare che il veloce recupero della vegetazione in queste aree limita la diffusione di entità quali *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. e *Agave americana* L., introdotte nelle isole fin dal 1700 ed utilizzate per la recinzione dei campi coltivati e come frangivento.

Bibliografia

Debussche M., Lepart J. & Dervieux A., 1999 – Mediterranean landscape changes: evidence from old postcards. *Global Ecology and Biogeography*, 8 (1): 3-15.

Grove A. T. & Rackam O., 2001 – The Nature of Mediterranean Europe. An Ecological History. *Yale University Press*, New Haven, London.

Reaser J. K, Meyerson L. A., Cronk K., De Poorter M., Eldrege L. G., Green E., Kairo M., Latasi P., Mack R. N., Mauremootoo G., O'Dowd D., Orapa W., Sastroutomo S., Saunders A., Shine C., Thrainsson S. & Vaiutu L., 2007 – Ecological and socioeconomic impacts of invasive alien species in island ecosystems. *Environmental Conservation*, 34 (2): 98-111.

Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D. & West C. J., 2000 – Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6 (2): 93-107.

Francesca Pretto, Laura Celesti-Grapow, Emanuela Carli & Carlo Blasi
Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Piazzale Aldo Moro 5, 00185 Roma, Italia
Francesca Pretto e-mail: francescapretto@hotmail.com

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Fabrizio Rigato & Michele Zilioli

Formiche esotiche in Italia (Insecta, Hymenoptera, Formicidae)

Non-native Ant species in Italy (Insecta, Hymenoptera, Formicidae)

In Italia vivono circa 230 specie di formiche (Poldi *et al.*, 1994), includendo alcune specie esotiche quali *Linepithema humile* (la "formica argentina") e *Monomorium pharaonis* (chiamata anche "formica faraone") che da tempo si sono insediate stabilmente sul nostro territorio, sebbene in ambienti per lo più fortemente antropizzati.

Gli scambi commerciali e il turismo internazionale creano i presupposti perché ulteriori invasori estendano il loro areale fino al nostro paese. Negli ultimi anni diverse segnalazioni di formiche potenzialmente infestanti, prevalentemente di origine tropicale, hanno messo in allarme gli entomologi per i rischi sanitari e le eventuali influenze sull'ecologia locale. Trattandosi inoltre di animali di piccola taglia e dall'aspetto spesso insignificante non attirano l'attenzione come altri insetti più appariscenti.

Tra le varie formiche recentemente segnalate sul nostro territorio (cfr. Jucker *et al.*, 2008) va ricordato in particolare *Tapinoma melanocephalum*, rinvenuto in una cucina di un'abitazione in provincia di Milano. Si tratta di una minuscola specie ben nota come infestante ormai in quasi tutte le zone urbanizzate tropicali e subtropicali, ma che nei paesi temperati vive soltanto in edifici o strutture riscaldati d'inverno.

Gli aeroporti internazionali si prestano molto a fungere da punto di partenza per eventuali infestazione. Infatti molte specie di formiche, alcune potenzialmente infestanti altre no, sono state trovate all'Aeroporto di Malpensa nella zona cargo. Sicuramente alcune di queste, come *Dolichoderus thoracicus* e *Pheidologeton* spp., non hanno possibilità di diffondersi a causa della loro particolare biologia. Altre, come *Cardiocondyla wroughtonii* e *Paratrechina bourbonica*, sebbene note per essere diventate parte integrante di diverse faune tropicali, non sono da considerare specie nocive perché hanno colonie piccole e sono poco propense a diventare infestanti. Ma a queste vanno aggiunte *Tapinoma melanocephalum* e, soprattutto, *Pheidole megacephala*, quest'ultima famigerato invasore di diverse aree tropicali.

Altre specie recentemente rinvenute in Italia sono *Tetramorium bicarinatum*, *Wasmannia auropunctata* (in questo caso la segnalazione è dubbia) e *Technomyrmex pallipes*. *Wasmannia auropunctata* è conosciuta come "piccola formica di fuoco" a causa delle dolorose punture che infligge nonostante sia lunga appena 1,5 mm ed è una delle principali specie ad ampia diffusione, quasi esclusivamente tropicale, molto studiata per la sua invasività. *Technomyrmex pallipes* è stata rinvenuta in un appartamento di Milano e insieme ad altre specie affini di *Technomyrmex*, alcune delle quali relativamente moleste, rappresenta un gruppo di formiche frequentemente veicolate dall'uomo in varie regioni del globo.

Una specie non tropicale, di probabile origine asiatica occidentale, che si sta diffondendo in Italia e in Europa è *Lasius neglectus*, la cui somiglianza morfologica con alcune specie autoctone dello stesso genere la rende spesso di difficile individuazione. Sembra che in determinate circostanze sia in grado di soppiantare alcune specie locali anche grazie alla prolificità e capacità di colonizzare velocemente nuovi territori. Anch'essa comunque sembra legata ad ambienti antropizzati, ma a differenza delle formiche tropicali è in grado di vivere all'aperto e di superare i periodi freddi.

Nelle serre si rinvengono spesso formiche tropicali, non necessariamente infestanti, spesso importate con le piante e che talvolta formano popolazioni stabili in grado di sopravvivere solo in questi ambienti artificiali sempre riscaldati. Molte segnalazioni di formiche esotiche provengono infatti da serre. Un esempio di specie insediata in queste particolari strutture è *Tetramorium lucayanum*, specie innocua rinvenuta anni fa in una serra in provincia di Milano.

Fortunatamente, solo una minoranza di specie di formicidi esotici sono in grado di adattarsi ai nostri ambienti e di soppiantare, eventualmente per competizione, specie autoctone. Le prerogative delle specie potenzialmente infestanti sono essenzialmente la modalità di propagazione delle colonie, l'alta fecondità e l'adattabilità alimentare. Il principale fattore limitante nella diffusione dei formicidi esotici, famiglia essenzialmente tropicale, risiede comunque soprattutto nelle condizioni climatiche avverse dei nostri inverni.

Bibliografia

Jucker C., Rigato F. & Regalin R., 2008 – Exotic ant records from Italy (Hymenoptera Formicidae). *Bollettino di Zoologia agraria e di Bachicoltura*, Ser. II, 40: 99-107.

Poldi B., Mei M. & Rigato F., 1994 – Hymenoptera Formicidae. In: Checklist delle specie della fauna italiana. Minelli A., Ruffo S. & La Posta S. (eds.). *Calderini*, Bologna, 102.

Fabrizio Rigato & Michele Zilioli
Sezione di Entomologia, Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia
Fabrizio Rigato e-mail: fabrizio.rigato@comune.milano.it - Michele Zilioli e-mail: michzilioli@libero.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Cinzia Secchi, Umberto Bressan, Franco Bernini, Edoardo Razzetti,
Graziano Rossi, Gilberto Parolo, Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Mauro Villa

La Legge Regionale 31 marzo 2008, n. 10 "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea" e il contenimento delle specie alloctone in Lombardia

The Regional Law March 31st, 2008, nr. 10 "Rules for the protection and conservation of lesser fauna, flora and spontaneous vegetation" and the control of alien species in Lombardy

La legge regionale della Lombardia 10/2008, nata dall'esigenza di riscrivere la legge regionale n. 33 del 1977, "Provvedimenti in materia di tutela ambientale ed ecologica", oramai superata dal contesto scientifico e legislativo, si presenta come un testo normativo piuttosto completo ed innovativo.

Nel campo zoologico, infatti, la nuova legge, rispetto alla precedente l.r. 33/1977 che tutelava o regolamentava la raccolta soltanto di alcuni generi o specie (gruppo "*Formica rufa*", *Astacus fluviatilis*, genere *Helix*, generi *Bufo* e *Rana*), non solo ha notevolmente ampliato i gruppi tassonomici protetti, ma tutela gli habitat caratteristici dei gruppi più minacciati, salvaguardando tali ambienti definiti indispensabili alla sussistenza delle specie in questione. Gli elenchi relativi a specie e habitat protetti sono stati successivamente approvati con DGR 24 luglio 2008, n. 8/7736.

Per quanto riguarda gli invertebrati, sono state individuate alcune comunità di notevole interesse scientifico, tassonomico ed ecologico, minacciate di estinzione, che sono ora tutelate integralmente dalla legge.

La nuova legge protegge inoltre tutte le specie di invertebrati comprese negli allegati II, IV e V della Direttiva "Habitat" 92/43/CEE e aggiunge a tali elenchi 15 specie di interesse regionale.

La nuova normativa modifica le modalità e i periodi della raccolta a scopo alimentare per le rane verdi e le chioccio-le, adottando criteri che ne salvaguardano maggiormente gli stadi giovanili, i periodi riproduttivi e la latenza invernale.

Sono inoltre tutelati tutti gli anfibi (18 specie) e i rettili (16 specie) autoctoni della Lombardia, individuando in particolare le specie di cui sono protetti tutti gli individui a tutti gli stadi vitali e quelle da proteggere in modo rigoroso per le quali sono anche tutelati i relativi habitat.

La legge prevede altresì la tutela della flora spontanea minacciata di estinzione, distinguendo il grado di tutela tra "assoluta" (per specie gravemente minacciate di estinzione) e "regolamentata" per altre a minor rischio. Si tratta di un aspetto innovativo rispetto la legge regionale precedente, nella quale il divieto assoluto non era attuabile a livello regionale, bensì soltanto per singole province, dietro emanazione di apposito decreto. Attualmente i *taxa* spontanei protetti in modo rigoroso sono 343, quelli a raccolta regolamentata 147.

La legge indirizza e regolamenta inoltre la gestione di alcuni ambienti di riferimento per la conservazione della fauna quali brughiere, vegetazione delle zone umide, canneti, fontanili, sorgenti, torbiere, eccetera e prevede anche l'istituzione e la tutela degli alberi monumentali.

È prevista l'elaborazione e approvazione di linee guida in tema di *restocking* e reintroduzione, interventi previsti dall'art. 10 comma 7, nonché l'individuazione degli habitat prioritari per le specie di anfibi e di rettili da proteggere in modo rigoroso.

Per quanto concerne la tutela della flora, vengono ripresi, integrati e rivisti criticamente, i contenuti della l.r. 33/1977, in particolare adeguando gli elenchi di flora protetta agli esiti delle più recenti conoscenze scientifiche. Anche le norme circa le specie officinali sono state riviste e rese più attuali.

La legge contempla anche un argomento di estrema attualità e importanza, ovvero l'elenco delle specie animali e vegetali alloctone (liste nere) che, a seconda del grado di invasività ovvero di minaccia verso le specie autoctone, dovranno essere oggetto di monitoraggio, contenimento o eradicazione; inoltre, vieta l'immissione di queste specie negli habitat naturali. Tali elenchi saranno aggiornati sulla base delle conoscenze scientifiche, delle revisioni tassonomiche e degli eventuali nuovi arrivi. Oltre alla disamina di alcuni casi particolarmente significativi (gamberi alloctoni, tarlo asiatico, rana toro, ambrosia, prugnolo tardivo, ailanto, robinia), viene affrontato quindi per la prima volta in modo organico il problema delle specie alloctone invasive.

Si tratta di una normativa moderna che, pur facendo salvi i principi della rigorosa protezione delle specie minacciate, non si riduce a semplice elenco di divieti e vincoli, entrando invece nel merito di alcuni importanti argomenti di gestione attiva dell'ambiente naturale.

Cinzia Secchi & Umberto Bressan - Direzione Generale Qualità dell'Ambiente, Regione Lombardia, Via Taramelli 12, 20124 Milano, Italia
Umberto Bressan e-mail: umberto_bressan@regione.lombardia.it
Franco Bernini - Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Pavia, Piazza Botta 9, 27100 Pavia, Italia
Edoardo Razzetti - Museo di Storia Naturale, Università degli Studi di Pavia, Piazza Botta 9, 27100 Pavia, Italia
Graziano Rossi & Gilberto Parolo
Dipartimento di Ecologia del Territorio, Università degli Studi di Pavia, Via S. Epifanio 14, 27100 Pavia, Italia
Bruno E. L. Cerabolini & Guido Brusa
Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale, Università degli Studi dell'Insubria, Via Dunant 3, 21100 Varese, Italia
Mauro Villa - Centro Flora Autoctona, c/o Parco Regionale Monte Barro, Via Bertarelli 11, 23851 Galbiate (LC), Italia

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

Agnese Visconti

Piante esotiche e "benessere dei sudditi": gli esperimenti della Società Patriotica di Milano (1776-1796)

Exotic plants and "welfare of the nation": the experiments of the Società Patriotica in Milan (1776-1796)

La Società Patriotica diretta all'avanzamento della Agricoltura, delle Arti e delle Manifatture venne fondata a Milano nel dicembre del 1776 per iniziativa di Maria Teresa d'Austria (1740-1780) sul modello di altre società già istituite nelle regioni economicamente più avanzate dell'Impero austriaco. Come le sue sorelle, essa si inseriva nell'ambito della politica centralizzatrice avviata da Maria Teresa e continuata da Giuseppe II (1780-1790) con lo scopo di riformare tutti i settori amministrativi, finanziari e legislativi, nonché di estendere la presa dello Stato al campo dell'economia al fine di "garantire felicità e benessere ai sudditi". L'attività della Patriotica fu intensa e continuativa per tutto il periodo della sua esistenza (Visconti, 1998).

Per quanto riguarda più specificatamente le piante esotiche, è opportuno ricordare che il secolo poggiava le sue basi economiche ancora e soprattutto sui vegetali: una nuova pianta o un nuovo frutto potevano decretare per milioni di uomini la ricchezza e l'abbondanza o, al contrario, la carestia, la miseria e la fame, come testimoniano i rivolgimenti economici e sociali portati dalla patata, dal mais, dalla canna da zucchero, dal cotone e così via (Dagognet, 1970). Alla luce di queste considerazioni si comprende meglio la profondità del legame tra il lavoro della Patriotica e gli scopi del potere pubblico.

Non sempre però lo Stato asburgico seppe venire incontro alle esigenze della Società: esemplare in proposito l'atteggiamento nei riguardi del terreno per gli esperimenti botanici che venne concesso solo nel 1790, a seguito di continue, ripetute suppliche. La lentezza del potere pubblico non scoraggiò tuttavia i soci che, in parecchi, misero a disposizione i loro giardini privati per i primi esperimenti botanici: tra i più magnanimi in tal senso ricordiamo Luigi Castiglioni, Ferdinando Cusani, Pietro Secco Comneno, Alessandro Cicogna e Cesare Beccaria. Il lavoro di sperimentazione poté così svolgersi sotto la supervisione dei naturalisti della Patriotica: Gaetano Harasti, Francesco Molina, Eraclio Landi, Ermenegildo Pini e Paolo Sangiorgio. Il governo e la Patriotica ottennero inoltre che alcuni parroci delle comunità di montagna, aderissero agli esperimenti sulle piante originarie dalle zone fredde, sollecitando dal pulpito gli agricoltori locali ad avviarne la coltivazione. All'attività dei soci e dei naturalisti si aggiunse infine quella dei diplomatici, in particolare Antonio Songa dall'Inghilterra e Luigi Lambertenghi dall'Austria, che contribuirono sommamente, inviando casse e barili di semi di piante esotiche già acclimatate in quei paesi, semi che però non di rado si guastavano durante il viaggio o si perdevano nei naufragi, costringendo la Patriotica a rinnovare più e più volte le proprie richieste (BNB, Mss. AF XI 33-37).

La crescita demografica, congiunta al maggior benessere delle popolazioni, fu tra i principali motivi che indussero alla sperimentazione di nuove piante commestibili. Particolare successo ebbe la patata, i cui semi furono inviati da Londra nel 1786 e coltivati nel Lecchese principalmente per l'alimentazione del bestiame. Da Londra, giunse pure (1789) un pacchetto di semi di *Zizania aquatica*, che vennero distribuiti tra gli orti dei soci, nonché un bariletto di orzo della Siberia che fu recapitato ai parroci della Valsassina e del Comasco (1783) (ASM, Studi p.a., 16). A Songa si devono inoltre vari invii di cassette di rape di diverse specie (*Brassica napus*, *B. oleracea* e *B. rapa*), utili per gli animali da foraggio, ai quali fu pure destinato il lavoro compiuto per la sperimentazione di *Helianthus tuberosus*. Ottimo successo ebbe infine la coltura di *Crocus sativus*, iniziata nel 1794 e rivolta soprattutto alla produzione casearia (BNB, Mss. AF XI 33-37).

Non meno intensa fu l'attività della Patriotica nell'ambito manifatturiero, in particolare tessile. I primi a giungere furono i semi di lino di Riga (1783) che, ritenuto più redditizio di quello lombardo, rivelò tuttavia più di un inconveniente. Non diversa la situazione del cotone americano che venne introdotto nel 1786, ma non riuscì a giungere a maturazione. Fu quindi la volta delle sostanze tintoree che arrivarono da Londra e da Vienna (*Indigofera tinctoria* per l'azzurro, *Rubia tinctorum*, *Oldenlandia umbellata* e *Carthamus tinctorius* per il rosso, *Chlorophora tinctoria* per il giallo) (ASM, Studi p.a., 15) e di quelle oleose, fondamentali nel processo di filatura (*Raphanus sativus* e *Cannabis sativa*) (BNB, Mss. AF XI 33-37).

Molti dei suddetti esperimenti non poterono tuttavia essere portati a termine a causa dell'improvvisa chiusura della Società da parte dei francesi, al loro arrivo a Milano nel 1796 (Visconti, 1998).

Bibliografia

Archivio di Stato di Milano (ASM), Studi p.a., 15 e 16.
Biblioteca Nazionale Braidense (BNB), Mss. AF XI 33-37.
Dagognet F., 1970 – Le catalogue de la vie. *PUF,* Paris.
Visconti A., 1998 – Il Giardino botanico della Società Patriotica di Milano (1776-1796). *Museologia scientifica,* 14 (1): 263-269.

Agnese Visconti
Facoltà di Scienze Politiche, Università degli Studi di Pavia, Strada Nuova 65, 27100 Pavia, Italia
e-mail: agnesevisconti1@aliceposta.it

Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo I

INDICE DEI NOMI SCIENTIFICI E COMUNI DEI *TAXA* CITATI

abramide 9, 59
Abramis bjoerkna 9
Abramis brama 9, 59
acacia 53
Acacia 53
Acacia mearnsii 47
Acacia saligna 47, 53, 79
Acer 35
Acer palmatum 35
Acer spp. 35
aceri 35
acero campestre 38
Acridotheres tristis 29, 65
Adonis aestivalis 11
Aedes albopictus 27, 29
Agavaceae 42
Agave americana 29, 67, 79, 85
Agave angustifolia 49
agrumi 82
Ailanthus altissima 47, 72, 78, 79
ailanto 37, 53, 78, 81, 87
airone schistaceo 65
Aix galericulata 65
Aizoaceae 21, 42
alborella 48, 59
Alburnus alburnus alborella 48, 59
Alectoris barbara 65
Alectoris rufa 65
Allium neapolitanum 67
Alnus 35
Alnus cordata 67
Alnus glutinosa 15
Aloë spp. 29
alzavola asiatica 65
Amandava amandava 65
Amaranthaceae 11
Amaranthus 68
Amaranthus caudatus 68
Amaranthus cruentus 68
Amaranthus hybridus 68
Amaranthus powellii s.l. 68
Amaranthus retroflexus 40, 68
Amaranthus rudis 67
Amaranthus sect. *Amaranthus* 68
Amaranthus subgen. *Amaranthus* 68
Amaranthus tuberculatus 67
amaranti 53, 68
ambrosia 33, 34, 87
Ambrosia artemisiifolia 15, 33, 40, 52, 67, 81
Ambrosia elatior 67
Ambrosia psilostachya 81
Ameiurus melas 59
amorfa 81
Amorpha fruticosa 15, 70, 73
Anas discors 65
Anas formosa 65
anatra mandarina 65
anatra muta 65
Anemone coronaria 67
anodonta cinese 58
Anodonta woodiana 50, 58
Anoplophora chinensis 35, 36, 82
Anoplophora chinensis forma *malasiaca* 35
Anoplophora glabripennis 82
Anoplophora malasiaca 82
Ants 86
Aphalora itadori 32
Aphanomyces astacii 20
Apiaceae 11
Apios americana 81
Aplonis panayensis 65
Apocynaceae 21
Aptenia cordifolia 29
Arecaceae 21
Artemisia 33
Artemisia verlotiorum 70
Arundo donax 79
Asiatic Clam 61
aspio 9, 48, 59
Aspius aspius 9, 48, 59
Astacus fluviatilis 87
Asteraceae 11, 41, 42, 52
astrilde comune 65
Aucuba japonica 17
Austropotamobius pallipes 58
avena 33
bakanae 83
barbo canino 48
barbo comune 48, 59
barbo d'oltralpe 59
barbo europeo 48
Barbronia weberi 62
Barbus barbus 48, 59
Barbus meridionalis 48
Barbus plebejus 48, 59
Batrachochytrium dendrobatidis 13
bengalino comune 65
Berberis bealei 17
Betula 35
Bidens connata 81
Bidens frondosa 43, 70, 81
Black Cherry 37
Black Locust 78
blicca 9
Boa constrictor 56
boa costrittore 56
Boiga irregularis 13, 14
Boraginaceae s.l. 21
Brachiura sowerbyi 50
Branta canadensis 65
Branta leucopsis 65
Brassica napus 88
Brassica oleracea 88
Brassica rapa 88
Brassicaceae 11
Buddleja davidii 43
Bufo 87
Bufo bufo 71
bungaro fasciato 56
Bungarus fasciatus 56
Bupleurum lancifolium 11
Butia capitata 21
Buxus sempervirens 17
Cairina moschata 65
Callidiellum rufipenne 82
Callidiini 82
Callosciurus 25
Callosciurus finlaysonii 25
calopsitta 65
camaleonti 14
Cambaridae 19
camellie 21
canarino 65
cani 13
canidi 51
canna da zucchero 88
Cannabis sativa 88
Capillaria sp. 69
Capparis spinosa 67
Capra hircus 29
carassio 48, 59
Carassius carassius 48
Carassius sp. 59
carciofo spontaneo 53
Cardiocondyla wroughtonii 86
cardi 53
cardo 53
cardoon 53

Carex pendula 63
carpa 59
carpa erbivora 59
carpino bianco 38
Carpinus 35
Carpobrotus acinaciformis 67, 85
Carpobrotus edulis 79, 85
Carpobrotus spp. 29
Carthamus tinctorius 88
Caryophyllaceae 11
Celosia cristata 12
Cenchrus incertus 81
Cephalotaxus fortunei 17
cerambicidi 35, 74, 82
Cerambycidae 35, 74
ceratopogonidi 71
Chamaerops 21
Chamaerops excelsa 21
Chamaerops humilis 21, 49
chiocciole 87
Chironomidae 48
chironomidi 71
Chloephaga picta 65
Chlorophora tinctoria 88
Chlorophytum comosum 77
Chondrostoma genei 59
cicogna collolanoso 65
Ciconia episcopus 65
cigno nero 65
cigno reale 65, 66
ciliegi da fiore 21
ciliegio tardivo 37, 38, 78
Cinnamomum glanduliferum 17, 22
ciprinidi 9, 48, 59
Citrus 35
Clytini 82
cobite comune 59
cobite di stagno orientale 9, 58
cobite mascherato 59
Cobitis bilineata 58
Cobitis taenia bilineata 19, 59
coccinellidi 80
coccodrilli 13
colino della Virginia 65
Colinus virginianus 65
Common Barbel 48
Common Ragweed 52
Conringia orientalis 11
Conyza canadensis 40, 43
Corbicula 61
Corbicula fluminalis 50
Corbicula fluminea 50, 61
Corbiculidae 61
Cortaderia selloana 29
Coryphoideae 21
cotone 88
cotone americano 88
Cotoneaster integerrimus 49
Cotoneaster salicifolius 17
Coturnix japonica 65
Coypu 51, 69
Crocus sativus 88
crotalo diamantino occidentale 56
Crotalus atrox 56
Ctenopharyngodon idellus 59
Cygnus atratus 65
Cygnus olor 65, 66
Cynara cardunculus var. *astilis* 53
Cynara cardunculus var. *sylvestris* 53
Cyperaceae 41
Cyperus difformis 81
Cyperus eragrostis 70
Cyperus glomeratus 19, 81
Cyperus squarrosus 81
Cyperus strigosus 70
Cyprinus carpio 59
damigella della Numidia 65
Datura inoxia 79
Dendroaspis viridis 56
dendrocigna facciabianca 65
Dendrocopos major 74
Dendrocopos syriacus 74
Dendrocygna viduata 65
diamante mandarino 65
Dikerogammarus villosus 50, 64
Discoglossus pictus 71
Dolichoderus thoracicus 86
Dreissena polymorpha 29, 50
Duchesnea indica 52
Eclectus roratus 65
Egretta gularis 65
Eichhornia crassipes 29, 70
Elaeagnus pungens 17
Emberiza bruniceps 65
Emys orbicularis 13, 57
Enchylaena tomentosa 49
Epilobium parviflorum 63
erba medica 34
Erigeron annuus 40
Erigeron bonariensis 79
Erigeron canadensis 81
Erigeron sumatrensis 79
Eriobotrya japonica 17
Esox lucius 19, 59
Estrilda astrild 65
eucalipti 82
Eucalyptus 74
Eucalyptus camaldulensis 74, 79
Eucalyptus spp. 29
Euonymus japonicus 17
Euonymus lucidus 17
Euplectes franciscanus 65
Eutamias sibiricus 25
Fabaceae 42, 11, 21
fagiano comune 65
fagiano versicolore 65
Fagus 35
Fallopia 31
Fallopia baldschuanica 31
Fallopia × *bohemica* 31
Fallopia japonica 31
Fallopia japonica var. *japonica* 31
Fallopia sachalinensis 31
falso corallo 56
farnia 37, 72, 78
felidi 51
Felis catus 29
fenicottero del Cile 65
fenicottero minore 65
Ferrissia wautieri 50
fichi 82
formica argentina 86
formica faraone 86
Formica rufa (sensu lato) 87
formiche 86
Formicidae 86
formicidi 86
forsizie 21
Fragaria 52
francolino 65
Francolinus francolinus 65
frassino 37
fregata magnifica 65
Fregata magnificens 65
Freshwater Turtles 57
frumento 33
Fusarium 83
Fusarium fujikuroi 83
Finlayson Squirrel 25
Galeopsis segetum 11
Galinsoga ciliata 12
Galium spurium 11

gamberi 19, 20, 55, 58
gamberi alloctoni 87
gambero rosso 58
gambero rosso della Louisiana 19, 55, 58
gambusia 59
Gambusia affinis 19
Gambusia holbrooki 59
gardon 9
gazza 65
gechi 13, 14
gelso 82
Giant Hogweed 31
girasole 33, 34
Gladiolus communis 11
gobbo della Giamaica 27, 65
gobbo rugginoso 27
graminacee 53
Graptemys pseudogeographica pseudogeographica 57
Great Spotted Woodpecker 74
Grey Squirrel 25, 26
Grus virgo 65
Gyraulus chinensis 50
Haitia acuta 50
Harmonia axyridis 80
Hedera hibernica 17
Helianthus tuberosus 81, 88
Helix 87
Heracleum mantegazzianum 31
Hermodice carunculata 56
Heteranthera reniformis 81
Heterenthera rotundifolia 81
Humulus japonicus 81
Humulus scandens 15
Hydrophilus piceus 19
Hydropsychidae 48
Hyla intermedia 58, 71
Hypericum calycinum 12
ibis sacro 65
Ictalurus melas 19
Ictalurus punctatus 59
Ictalurus sp. 48
iguana dai tubercoli 56
Iguana iguana 56
Ilex aquifolium 17
Indian Strawberry 52
Indigofera tinctoria 88
Isatis tinctoria 12
Japanese Knotweed 31
Jasminum fruticans 49
Killer Shrimp 50, 64
Lagarosiphon major 19, 20
Lagerstroemia 35
Lagerstroemia indica 35
Lamiaceae 11
Lamiinae 35
Lamiini 82
Lampetra zanandreai 59
lampreda padana 59
Lampropeltis triangulum 56
Lantana camara 79
Lappula squarrosa 11
lasca 59
Lasius neglectus 86
Lathyrus inconspicuus 11
Laurus nobilis 17
Lemna minor 63
Lemna minuta 81
Lepomis gibbosus 9, 19, 48, 59
Leptospira bratislava 69
Leptospira spp. 69
ligustri 21
Ligustrum lucidum 17
Ligustrum ovalifolium 17
Ligustrum sinense 17
Limnophila × *ludoviciana* 81
Lindernia sp. 19
Linepithema humile 86
lino 88
Lissotriton vulgaris 58
Lithobates catesbeianus 13, 71
Livistoneae 21
Lolium remotum 11
Longhorn Beetles 74, 82
Louisiana Red Swamp Crayfish 19, 50, 55
luccio 59
lucioperca 59
Ludwigia peploides subsp. *montevidensis* 81
magnolie 21
Mahonia aquifolium 17
maina comune 65
mais 15, 33, 88
Malephora crocea 79
Malus 35
mamba verde occidentale 56
marzaiola americana 65
Mauremys sp. 57
Medicago arborea 67
meduse 56
meli da fiore 21
Melopsittacus undulates 65
Micropterus salmoides 9, 59
Micrurus spp. 56
minilepre 69
Mirabilis jalapa 49
misgurno 59
Misgurnus anguillicaudatus 9, 58, 59
Mollugo verticillata 81
Monk Parakeet 75
Monomorium pharaonis 86
Mustela lutreola 27, 29
Mustela vison 27, 29
Mute Swan 66
Myiopsitta monachus 65, 75
Myocastor coypus 51, 69
Myoporum tenuifolium 79
Myriophyllum aquaticum 70
Myriophyllum spicatum 19, 20
Myrtaceae 74
Neoclytus acuminatus 82
New Zealand Mudsnail 50
Nicotiana glauca 79
Nigella arvensis 11
Niphargus cornicolanus 63
nutria 51, 69
Nyctaginaceae 21
Nymphicus hollandicus 65
oca del Canada 65
oca di Magellano 65
oca facciabianca 65
Oenothera biennis s.l. 15
Oenothera stucchii 81
Oldenlandia umbellata 88
olmo 37, 78
Oncorhynchus mykiss 9, 59
Opuntia ficus-indica 67, 79, 85
Orconectes limosus 50
ortensie 21
Oryctolagus cuniculus 29
orzo 33, 88
Oxalis latifolia 77
Oxalis pes-caprae 49, 67, 70, 79, 85
Oxyura jamaicensis 27, 29, 65
Oxyura leucocephala 27
Oxyuridae 69
pado 38
palma cinese 22
palma nana 21
palme 21, 22, 29, 75
Palms 21
panico 34
panuri 23
panuro di Webb 23

panuro golacenerina 23
Papaveraceae 11
pappagallino ondulato 65
pappagallo ecletto 65
Paradoxornis 23
Paradoxornis alphonsianus 23
Paradoxornis sp. 23
Paradoxornis webbianus 23
Paratrechina bourbonica 86
parrocchetto dal collare 65, 75
parrocchetto monaco 65, 75
Paspalum distichum 70
patata 88
Pelophylax kurtmuelleri 71
Pelophylax sinklepton *hispanicus* 71
Perdix perdix 65
pernice rossa 65
pernice sarda 65
persico sole 9, 48, 59
persico trota 9, 59
pesce gatto 48, 59
pesce gatto punteggiato 59
Phasianus colchicus 65
Phasianus versicolor 65
Pheidole megacephala 86
Pheidologeton spp. 86
Phoenicopterus chilensis 65
Phoenicopterus minor 65
Phoenicopterus roseus 65
Phoenix canariensis 21, 49, 75
Phoracantha 74, 82
Phoracantha recurva 74, 82
Phoracantha semipunctata 74, 82
Phoracanthini 82
Phragmites australis 19, 69
Physalis peruviana 67
Phytolacca americana 52, 72
Pica pica 65
picchio rosso di Siria 74
picchio rosso maggiore 74
piccola formica di fuoco 86
Picidae 74
pigo 9
Pinus spp. 79
pipidi 71
pipistrelli 13
pitone reale 56
Pittosporum heterophyllum 49
Pittosporum tobira 49
Platalea ajaja 65
Platanus 35
Poaceae 11, 41, 42
Poephila guttata 65
Pokeweed 52
poligono giapponese 31
Polycnemum arvense 11
Polygonaceae 31, 60
Polygonum minus 19
Populus 35
Potamogeton crispus 19, 20
Potamogeton natans 19, 20
Potamopyrgus antipodarum 50
Potentilla indica 52
Procambarus clarkii 19, 20, 29, 50, 55, 58
prugnolo tardivo 37, 72, 87
Prunoideae 72
Prunus laurocerasus 17
Prunus serotina 15, 37, 38, 45, 72, 78
Psacothea hilaris 82
pseudorasbora 9, 48, 59
Pseudorasbora parva 9, 19, 48, 59
Psittacidi 75
Psittacula krameri 65, 75
Psyllid 32
punteruolo rosso 29
Python regius 56
quaglia giapponese 65
quercia rossa 37, 78
quercia 37
Quercus ilex 17, 63
Quercus pubescens 63
Quercus robur 78
Quercus rubra 15, 78
Ragweed 52
rana toro 87
rana toro americana 13
rana verde 87
Rana 87
Rana latastei 58
rapa 88
Raphanus sativus 88
Rattus rattus 29
Red Squirrel 25
Reynoutria 70
Reynoutria × *bohemica* 70
Reynoutria japonica 43
Reynoutria japonica var. *japonica* 70
Rhapidinae 21
Rhinella marina 13
Rhodeus amarus 19, 59
Rhodeus sericeus 9, 48
Rhynchophorus ferrugineus 29
Ricinus communis 42
Ring-necked Parakeet 75
riso 83
robinia 37, 53, 72, 78, 81, 87
Robinia 45
Robinia hispida 45
Robinia neomexicana 45
Robinia pseudoacacia 15, 17, 45, 72, 78
Robinia viscosa 45
Robinia viscosa var. *viscosa* 45
rodeo amaro 9, 48, 59
romice cristato 60
romice di Kerner 60
Rosa banksiae var. *normalis* 49
Rosaceae 52, 11
rospo marino 13
rovere 72
rovi 23
Rubia tinctorum 88
Rumex 60
Rumex confertoides 60
Rumex cristatus 60, 67
Rumex cristatus subsp. *kerneri* 60
Rumex graecus 60
Rumex kerneri 60, 67
Rumex patientia 60
Rumex stenophyllus 60
Rutilus 9
Rutilus erythrophtalmus 9, 59
Rutilus pigus 9
Rutilus rutilus 9
Sabanejewia larvata 59
Salicaceae 41
salice cenerino 23
salici 82
salicone 23
Salifidae 62
Salix 35
Salix alba 15
salmerino di fontana 9
Salmo trutta marmoratus 59
Salmo trutta trutta 9, 59
Salmonella spp. 69
salmonidi 9
Salvelinus fontinalis 9
Salvinia molesta 63
Sander lucioperca 59
sanguisuga 62
Scardinius erythrophtalmus 59
scardola 59

Sceliphron 80
Sceliphron caementarium 80
Sceliphron destillatorium 80
Schoenoplectus tabernaemontani 19
scinchi 13, 14
Sciurus 25
Sciurus carolinenis 25
Sciurus vulgaris 25
scoiattoli 25
Senecio deltoideus 49
Senecio inaequidens 12, 81
Serinus canaria 65
serpente del latte 56
serpente gatto bruno 13
serpenti 13, 14
serpenti corallo 56
serpenti marini 14
sfecidi 80
Siberian Chipmunk 25
Sicyos angulatus 15, 81
siluro 9, 48, 59
Silurus glanis 9, 48, 59
soia 33
Solanaceae 11, 21
Solidago gigantea 15, 40, 43, 81
Sollya heterophylla 49
spatola rosa 65
Spiny-cheek Crayfish 50
Squirrel Poxvirus 25
Squirrels 25, 26
starna 65
storno delle Filippine 65
Strawberry 52
Streptopelia roseogrisea 65
Styrax officinalis 63
Sulla coronaria 79
Sylvilagus floridanus 69
Symphyotrichum lanceolatum 70
Symphyotrichum squamatum 79
Tamarix canariensis 79
Tamias 25
Tapinoma melanocephalum 86
tarlo asiatico 36, 82, 87
tartarughe 14
tartarughe marine 14
tasso 49
Taxus baccata 17
Technomyrmex 86
Technomyrmex pallipes 86
temolo 59
testuggine acquatica 57, 63
testuggine dalle orecchie rosse 13
testuggini 13, 57
Tetramorium bicarinatum 86
Tetramorium lucayanum 86
Threskiornis aethiopicus 65
Thymallus thymallus 59
Tinca tinca 19
tortora domestica 65
Trachemys scripta 13
Trachemys scripta elegans 57
Trachemys scripta scripta 57
Trachemys scripta troosti 57
Trachycarpus 21
Trachycarpus fortunei 17, 21, 22
Trachycarpus takil 21
trifoglio 34
Trionyx sinensis 14
Trionyx steindachneri 14
Trionyx triunguis 57
triotto 9, 59
Triturus carnifex 58
trota fario 9, 59
trota iridea 9, 59
trota marmorata 59
Tulipa praecox 40
Turgenia latifolia 11
Typha latifolia 19
Ulmus 35
Unio elongatulus 58
Unio sp. 19
varani 13
varano del Nilo 14
Varanus niloticus 14
verme di fuoco 56
vermocane 56
Veronica persica 40
vescovo arancio 65
viburni 21
Viburnum rhytidophyllum 17
Viburnum tinus 17
visone americano 27, 29
visone europeo 27, 29
Vitis 70
Vitis riparia 70
Viviparus contectus 19
volpe 49
vongola asiatica 61
Washingtonia robusta 21
Wasmannia auropunctata 86
weigele 21
Wigandia urens subsp. *caracasana* 49
Wigandia urens subsp. *urens* 49
Wild Asparagus 52
Xanthium orientale subsp. *italicum* 81
xenopo liscio 55
Xenopus laevis 55, 71
Xylotrechus stebbingi 82
zanzara tigre 27
Zebra Mussel 50
zigolo testaranciata 65
Zizania aquatica 88

INDICE DEGLI AUTORI

Acosta Alicia T. R. 39
Alessandrini Alessandro 81
Alleva Paolo 33
Andreotti Alessandro 16
Andreucci Flora 40
Assini Silvia 15, 78
Assisi Francesca 52, 56
Baccetti Nicola 16
Bacchetta Gianluigi 41, 42
Bailey John 31
Banfi Enrico 21
Baratelli Danilo 23
Barni Elena 43
Basoccu Piero 66
Bernini Franco 87
Berretti Roberta 78
Bertolino Sandro 25
Berzi Duccio 69
Bissoli Maurizio 56
Blasi Carlo 7, 85
Bo Tiziano 48
Bona Enzo 11
Borghini Rossana 56
Bressan Umberto 87
Brundu Giuseppe 44, 47
Brusa Guido 17, 45, 87
Bruschi Piero 70
Brusoni Maura 46
Calori Marco 56
Camarda Ignazio 47
Cammarata Massimo 48
Campodonico Pier Giorgio 49
Candiotto Alessandro 48
Cannicci Stefano 69
Capdevila-Argüelles Laura 29
Capizzi Dario 76
Carboni Marta 39
Carli Emanuela 85
Caronni Fulvio Enrico 37, 45
Carranza Maria L. 39
Carta Luisa 47
Cascone Carmela 54
Casellato Sandra 50, 64
Casiraghi Maurizio 23
Castrovinci Roberto 45
Cavagna Beniamino 35
Celada Claudio 23
Celesti-Grapow Laura 7, 85
Cerabolini Bruno E. L. 17, 45, 87
Chiozzi Giorgio 51
Ciampitti Mariangela 35
Cipollaro Salvatore 54
Colombo Maria Laura 52, 56
Colombo Mario 35
Comin Sonia 84
Corrias Franco 69
Crosti Roberto 53, 54
Dal Mas Alessandro 61, 62
Dal Prà Aldo 69
D'Angelo Stefania 55
Davanzo Franca 52, 56
Della Giovampaola Enrico 70
Della Puppa Tiziana 52, 56
Del Vecchio Silvia 39
Dimasi Valeria 56
Ellena Ivan 57
Falzoi Simone 43
Faraone Francesco Paolo 71
Favelli Marco 57
Fazzone Andrea 61, 62
Federici Germano 11
Fenaroli Franco 11
Fenoglio Stefano 48
Ferrante Eleonora 55
Ferri Vincenzo 58
Ferruzzi Marcello 56
Filippini Sara 59
Foggi Bruno 70
Fracasso Giancarlo 16
Gagliardi Alessandra 23
Galasso Gabriele 21, 60
Genoni Pietro 61, 62
Genovesi Piero 27, 76
Gentili Gaetano 9
Giardini Marco 63
Giarratana Tania 56
Gonzalo Gòmez Cristina 50, 64
Gotti Camilla 16
Grande Daniela 17, 45
Grussu Marcello 65, 66, 75
Gubellini Leonardo 67
Iamonico Duilio 68
Inghilesi Alberto F. 69
Izzi Carmela F. 39
Jucker Costanza 35
La Mantia Tommaso 79
Lastrucci Lorenzo 70
Lillo Francesco 71
Lisi Irene 72
Longo Andrea Maria 72
Lo Valvo Mario 55, 71
Malacarne Giorgio 48
Manca Manuela 47
Marrese Maurizio 73
Martini Andrea 69
Martini Fabrizio 11
Mascia Francesco 41, 66, 74, 75
Maspero Matteo 35
Mayoral García-Berlanga Olga 41, 42
Modesti Andrea 59
Monaco Andrea 76
Moro Paola 52, 56
Moroni Rossella 56
Motta Renzo 78
Motti Riccardo 77
Nardi Pietro Angelo 9
Negri Roberta 46
Nola Paola 78
Occhipinti-Ambrogi Anna 19
Panzavolta Giscardo 56
Parolo Gilberto 87
Pasta Salvatore 79
Pavesi Maurizio 80
Pellizzari Mauro 81
Perico Giovanni 11
Pesarini Carlo 82
Pessino Massimo 48
Picco Anna Maria 83
Piccoli Filippo 81
Pinzi Morena 67
Pirina Antonella 56
Pizzol Ivana 76
Podda Lina 41, 42
Poldini Livio 84
Pretto Francesca 7, 85
Prisco Irene 39
Puzzi Cesare M. 9
Raffaelli Mauro 70
Razzetti Edoardo 87
Rebutti Ilaria 56
Rigato Fabrizio 86
Rodolfi Marinella 83
Rossi Graziano 87
Rossi Simone 59
Roy David B. 5
Sabbadini Andrea 82
Sanna Mauro 66
Santoro Riccardo 39
Sarrocco Stefano 76
Sartori Francesco 15
Savini Dario 19
Scali Stefano 13
Scalisi Marco 76
Secchi Cinzia 87
Sesana Fabrizio 56
Severgnini Paolo 56
Sighele Maurizio 16
Signorini Maria Adele 70
Sindaco Roberto 57
Sinibaldi Iacopo 76
Siniscalco Consolata 43
Sitzia Lucia 43
Spanna Federico 43
Stanisci Angela 39
Stinca Adriano 77
Suárez Álvarez Víctor A. 29
Tallone Giuliano 76
Tessa Giulia 57
Travaglia Angelo 56
Venturini Samuele 51
Viciani Daniele 70
Vidali Marisa 84
Villa Mauro 87
Visconti Agnese 88
Wauters Lucas 25
Zenatello Marco 16
Zilioli Michele 86
Zilletti Bernardo 29
Zorzi Marcello 72

INDICE

Introduzione ..... Pag. 3

Programma del convegno ..... Pag. 4

Comunicazioni ..... Pag. 5

David B. Roy - Biological invasions in Europe: DAISIE as a pan-European inventory of alien species ..... Pag. 5

Carlo Blasi, Francesca Pretto & Laura Celesti-Grapow - La *watch-list* della flora alloctona d'Italia ..... Pag. 7

Gaetano Gentili, Cesare M. Puzzi & Pietro Angelo Nardi - Status e problematiche delle specie ittiche alloctone nel bacino del Po ..... Pag. 9

Fabrizio Martini, Enzo Bona, Germano Federici, Franco Fenaroli & Giovanni Perico - Variazioni nella componente alloctona della flora della Lombardia centro-orientale fra la metà del XIX e l'inizio del XXI secolo ..... Pag. 11

Stefano Scali - Il problema delle introduzioni di anfibi e rettili in Italia e nel mondo ..... Pag. 13

Francesco Sartori & Silvia Assini - Osservazioni su specie vegetali esotiche invasive lungo i fiumi padani ..... Pag. 15

Camilla Gotti, Nicola Baccetti, Alessandro Andreotti, Giancarlo Fracasso, Maurizio Sighele & Marco Zenatello - Banca dati degli uccelli alloctoni in Italia: motivazioni, criteri e analisi preliminare Pag. 16

Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Daniela Grande - Analisi dei fattori che inducono modificazioni delle comunità forestali insubriche ad opera di specie esotiche invasive ..... Pag. 17

Dario Savini & Anna Occhipinti-Ambrogi - Bad Moon Rising: il gambero rosso della Louisiana, una minaccia per gli ecosistemi acquatici della Lombardia ..... Pag. 19

Enrico Banfi & Gabriele Galasso - Diffusione e invasività della palma *Trachycarpus fortunei* ..... Pag. 21

Danilo Baratelli, Maurizio Casiraghi, Claudio Celada & Alessandra Gagliardi - Un nuovo passeriforme naturalizzato in Lombardia: *Paradoxornis* sp. ..... Pag. 23

Sandro Bertolino & Lucas Wauters - Worldwide and national Squirrel introductions: threats and strategies of prevention ..... Pag. 25

Piero Genovesi - Quale politica per rispondere alle invasioni biologiche? ..... Pag. 27

Bernardo Zilletti, Laura Capdevila-Argüelles & Víctor A. Suárez Álvarez - Strategie e azioni per il controllo delle specie alloctone in Spagna ..... Pag. 29

John Bailey - Special threats posed by the Japanese Knotweed invasion ..... Pag. 31

Paolo Alleva - *Ambrosia artemisiifolia*: indicazioni pratiche per un miglior controllo ..... Pag. 33

Costanza Jucker, Matteo Maspero, Beniamino Cavagna, Mariangela Ciampitti & Mario Colombo - Biologia e gestione di *Anoplophora chinensis* (Forster) in Lombardia ..... Pag. 35

Fulvio Enrico Caronni - Il caso del ciliegio tardivo (*Prunus serotina* Ehrh.) al Parco lombardo della Valle del Ticino ..... Pag. 37

Poster ..... Pag. 39

Alicia T. R. Acosta, Marta Carboni, Maria L. Carranza, Silvia Del Vecchio, Carmela F. Izzi, Irene Prisco, Riccardo Santoro & Angela Stanisci - Analisi delle specie vegetali esotiche negli ecosistemi sabbiosi costieri: distribuzione e impatto ..... Pag. 39

Flora Andreucci - Vegetazione infestante e specie esotiche nei vigneti del Piemonte meridionale (Italia) Pag. 40

Gianluigi Bacchetta, Francesco Mascia, Olga Mayoral García-Berlanga & Lina Podda - Dati preliminari sulla flora aliena delle aree umide della Sardegna (Italia) ..... Pag. 41

Gianluigi Bacchetta, Olga Mayoral García-Berlanga & Lina Podda - Comparazione della flora aliena della Sardegna e della Spagna insulare e peninsulare ..... Pag. 42

Elena Barni, Simone Falzoi, Lucia Sitzia, Federico Spanna & Consolata Siniscalco - Invasioni di piante esotiche lungo il gradiente altitudinale nelle Alpi: individuazione di fattori climatici limitanti ... Pag. 43

Giuseppe Brundu - La legislazione italiana in materia di specie vegetali alloctone ..... Pag. 44

Guido Brusa, Daniela Grande, Bruno E. L. Cerabolini, Fulvio Enrico Caronni& Roberto Castrovinci - *Robinia viscosa* Vent., una neofita negletta della flora italiana ..... Pag. 45

Maura Brusoni & Roberta Negri - Valutazione della potenziale capacità invasiva di specie vegetali alloctone nell'agroecosistema ..... Pag. 46

Ignazio Camarda, Giuseppe Brundu, Luisa Carta & Manuela Manca - La flora esotica della Sardegna ..... Pag. 47

Massimo Cammarata, Tiziano Bo, Alessandro Candiotto, Massimo Pessino, Stefano Fenoglio & Giorgio Malacarne - Analisi preliminare della dieta del barbo europeo (*Barbus barbus*) nel Fiume Bormida ..... Pag. 48

Pier Giorgio Campodonico - Diffusione di specie vegetali alloctone nella Riviera di Ponente ..... Pag. 49

Sandra Casellato & Cristina Gonzalo Gòmez - Aquatic invasive alien invertebrate species in northern Italy ..... Pag. 50

Giorgio Chiozzi & Samuele Venturini - Sterilizzazione chirurgica della nutria (*Myocastor coypus*): potrebbe essere un potenziale strumento di controllo? Pag. 51

Maria Laura Colombo, Tiziana Della Puppa, Francesca Assisi, Paola Moro & Franca Davanzo - Human health problems due to non-native plant species in Lombardy ..... Pag. 52

Roberto Crosti - Potenziale invasività delle specie utilizzate per *biofuel*. Il caso dell'acacia e del cardo per biomassa ..... Pag. 53

Roberto Crosti, Carmela Cascone & Salvatore Cipollaro - L'utilizzo di dati derivanti dalla letteratura scientifica per la valutazione del rischio d'invasività di una specie vegetale. Un caso applicativo per l'Italia centrale a clima mediterraneo ..... Pag. 54

Stefania D'Angelo, Eleonora Ferrante & Mario Lo Valvo - Primi risultati sull'attività di contenimento del gambero rosso della Louisiana nella Riserva Naturale "Lago Preola e Gorghi tondi" (Sicilia) ..... Pag. 55

Franca Davanzo, Fabrizio Sesana, Tiziana Della Puppa, Giscardo Panzavolta, Rossella Moroni, Marco Calori, Maurizio Bissoli, Marcello Ferruzzi, Rossana Borghini, Tania Giarratana, Angelo Travaglia, Francesca Assisi, Paola Moro, Paolo Severgnini, Ilaria Rebutti, Valeria Dimasi, Antonella Pirina & Maria Laura Colombo - Specie animali alloctone in Italia: è un problema tossicologico? ..... Pag. 56

Ivan Ellena, Roberto Sindaco, Giulia Tessa & Marco Favelli - Le testuggini acquatiche alloctone in Piemonte: distribuzione e proposte d'intervento ..... Pag. 57

Vincenzo Ferri - Specie alloctone dulciacquicole di recente comparsa nella Riserva Naturale "Monticchie" di Somaglia (Lodi): situazione e valutazione dei problemi gestionali ..... Pag. 58

Sara Filippini, Simone Rossi & Andrea Modesti - Ittiofauna alloctona in provincia di Lodi: distribuzione ed invasività ..... Pag. 59

Gabriele Galasso - Due specie di *Rumex* L. (Polygonaceae) recentemente comparse in Italia settentrionale: *R. cristatus* DC. e *R. kerneri* Borbás ..... Pag. 60

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas - Diffusione di *Corbicula fluminea* (Bivalvia: Corbiculidae) nei corsi d'acqua della provincia di Milano ..... Pag. 61

Pietro Genoni, Andrea Fazzone & Alessandro Dal Mas - Presenza di *Barbronia weberi* (Hirudinea: Salifidae) in due torrenti prealpini lombardi ..... Pag. 62

Marco Giardini - Il Pozzo del Merro (Monti Cornicolani, Roma) a cinque anni dall'infestazione da *Salvinia molesta* D.S.Mitchell ..... Pag. 63

Cristina Gonzalo Gòmez & Sandra Casellato - Arrival vectors of *Dikerogammarus villosus* in Italy: viability of spread in the Iberian Peninsula and Great Britain ..... Pag. 64

Marcello Grussu - Gli uccelli alloctoni in Sardegna: una *checklist* aggiornata ..... Pag. 65

Marcello Grussu, Piero Basoccu, Mauro Sanna & Francesco Mascia - La popolazione alloctona di cigno reale (*Cygnus olor)* in Sardegna ..... Pag. 66

Leonardo Gubellini & Morena Pinzi - Osservazioni su alcune specie vegetali alloctone nelle Marche ..... Pag. 67

Duilio Iamonico - Invasività e problematiche tassonomiche relative al genere *Amaranthus* L. in Italia ..... Pag. 68

Alberto F. Inghilesi, Stefano Cannicci, Andrea Martini, Aldo Dal Prà, Franco Corrias & Duccio Berzi - Gestione e controllo sanitario della nutria (*Myocastor coypus*) nell'Oasi WWF di Gabbianello (Barberino del Mugello) ..... Pag. 69

Lorenzo Lastrucci, Mauro Raffaelli, Bruno Foggi, Daniele Viciani, Piero Bruschi, Enrico Della Giovampaola & Maria Adele Signorini - Contributo alla conoscenza della flora esotica della Toscana ..... Pag. 70

Francesco Lillo, Francesco Paolo Faraone & Mario Lo Valvo - *Xenopus laevis* in Sicilia: areale, invasività e impatto ..... Pag. 71

Andrea Maria Longo, Irene Lisi & Marcello Zorzi - *Prunus serotina*, *Phytolacca americana*, *Ailanthus altissima*: le principali specie vegetali infestanti nella riserva naturale "Bosco WWF di Vanzago" ..... Pag. 72

Maurizio Marrese - Quadro conoscitivo preliminare sulla flora vascolare alloctona della provincia di Foggia ..... Pag. 73

Francesco Mascia - Espansione del picchio rosso maggiore *Dendrocopos major* negli eucalipteti infestati da coleotteri cerambicidi del genere *Phoracantha* in Sardegna ..... Pag. 74

Francesco Mascia & Marcello Grussu - Status e distribuzione del parrocchetto dal collare (*Psittacula krameri)* e del parrocchetto monaco (*Myiopsitta monachus*) in Sardegna ..... Pag. 75

Andrea Monaco, Dario Capizzi, Ivana Pizzol, Stefano Sarrocco, Marco Scalisi, Iacopo Sinibaldi, Giuliano Tallone & Piero Genovesi - An integrated approach on a regional level: Project for an Alien Species Atlas of Latium (PASAL) ..... Pag. 76

Riccardo Motti & Adriano Stinca - *Checklist* della flora vascolare aliena della provincia di Napoli .. Pag. 77

Paola Nola, Renzo Motta, Roberta Berretti & Silvia Assini - Dinamica di *Robinia pseudoacacia* L. nell'evoluzione delle foreste ripariali del Parco del Ticino: l'esempio della Riserva "Bosco Siro Negri" Pag. 78

Salvatore Pasta & Tommaso La Mantia - Le specie vegetali aliene in alcuni SIC siciliani: analisi del grado di invasività e misure di controllo ..... Pag. 79

Maurizio Pavesi - Sottostima delle minacce per la biodiversità da parte di specie aliene di insetti ..... Pag. 80

Mauro Pellizzari, Filippo Piccoli & Alessandro Alessandrini - Variazioni della flora alloctona ferrarese nell'ultimo secolo ..... Pag. 81

Carlo Pesarini & Andrea Sabbadini - Coleotteri cerambicidi alloctoni in Italia ..... Pag. 82

Anna Maria Picco & Marinella Rodolfi - *Fusarium fujikuroi* Nirenberg, specie fungina esotica emergente nelle risaie italiane ..... Pag. 83

Livio Poldini, Sonia Comin & Marisa Vidali - The alien flora at a regional landscape scale. The case study of Friuli Venezia Giulia (NE Italy) ..... Pag. 84

Francesca Pretto, Laura Celesti-Grapow, Emanuela Carli & Carlo Blasi - Specie vegetali alloctone nelle piccole isole italiane: il caso dell'Arcipelago delle Ponziane ..... Pag. 85

Fabrizio Rigato & Michele Zilioli - Formiche esotiche in Italia (Insecta, Hymenoptera, Formicidae) Pag. 86

Cinzia Secchi, Umberto Bressan, Franco Bernini, Edoardo Razzetti, Graziano Rossi, Gilberto Parolo, Bruno E. L. Cerabolini, Guido Brusa & Mauro Villa - La Legge Regionale 31 marzo 2008, n. 10 "Disposizioni per la tutela e la conservazione della piccola fauna, della flora e della vegetazione spontanea" e il contenimento delle specie alloctone in Lombardia ..... Pag. 87

Agnese Visconti - Piante esotiche e "benessere dei sudditi": gli esperimenti della Società Patriotica di Milano (1776-1796) ..... Pag. 88

Indice dei nomi scientifici e comuni dei *taxa* citati Pag. 89

Indice degli Autori ..... Pag. 94

III - PELOSIO G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toareiano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella.* Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - PINNA G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*
II - MONTANARI L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*
III - PETRUCCI F., BORTOLAMI G. C. & DAL PIAZ G. V., 1970 - Rieerche sull'anfiteatro morenieo di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato eristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - CANTALUPPI G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee - Loro sueeessione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafiei e sistematiei. *pp. 5-46, 2 tabb. n.t.*
II - PINNA G. & LEVI-SETTI F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provineia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*
III - PELOSIO G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Greeia) - I. Fauna del «ealeare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O., 1971 - La eultura di Remedello. Problematiea ed ergologia di una faeies dell'Eneolitieo Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*
II - PETRUCCI F., 1972 - Il baeino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e eonservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*
III - CERETTI E. & POLUZZI A., 1973 - Briozoi della bioealearenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - PINNA G., 1974 - I erostaeei della fauna triassiea di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*
II - POLUZZI A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*
III - BRAMBILLA G., 1976 - I Mollusehi plioeeniei di Villalvernia (Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O. & CALEGARI G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriehe italiane. Problematiea, sehede, ieonografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*
II - PINNA G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civieo di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*
III - BIANCOTTI A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f.t.*

Volume XXIII

I - GIACOBINI G., CALEGARI G. & PINNA G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematiea di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*
II - POLUZZI A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*
III - ROSSI F., 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore-Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marehigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - PINNA G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus,* lepidosauro triassieo del sottordine *Lacertilia. pp. 5-28, 12 figg., 2 tavv.*
II - NOSOTTI S. e PINNA G., 1989 - Storia delle rieerehe e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg., 12 tavv.*

Volume XXV

I - CALEGARI G., 1989 - Le ineisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*
II - PINNA G. & NOSOTTI S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoeeologia del rettile plaeodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*
III - CALDARA R., 1990 - Revisione Tassonomica dellc specie paleartichc del gcnere *Tychius* Germar (Colcoptera Cureulionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - PINNA G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Plaeodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*
II - CALEGARI G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556, 647 figg.*
III - ANDRI E. e ROSSI F., 1993 - Genesi ed cvoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera modcrne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - PINNA G. and GHISELIN M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematie Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figs.*
II - LEONARDI C. e SASSI D. a eura di, 1997 - Studi geobotaniei ed entomofaunistiei nel Pareo Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266, 122 figg.*, 23 tabb.

Volume XXVIII

I - BANFI E. & GALASSO G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi eambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388, 71 figg., 30 tabb.*

Volume XXIX

I - CALEGARI G., 1999 - L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografiea. *pp. 1-174, 268 figg.*

Volume XXX

I - PEZZOTTA F. edited by, 2000 - Mineralogy and petrology of shallow depth pegmatites. Paper from the First International Workshop. *pp. 1-117, 30 figs., 19 tabs.*
II - PARISI B., FRANCHINO A. & BERTI A. eon la eollaborazione di POTENZA B. & RUBINI D., 2000 - La Soeietà Italiana di Seienze Naturali 1855 - 2000. Pereorsi storici. *pp. 1-163, 199 figg.*
III - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2002 - Galatheid, ehirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Deeapoda, Anomura) from thc Eocene and Oligoeene of Vicenza (N Italy). *pp. 1-31, 21 figs., 9 pls.*

Volume XXXI

I - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2002 - The brainease of *Placodus* Agassiz, 1833 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-18, 15 figs.*
II - MARTORELLI G., 2002 - Monografia illustrata degli uceelli di rapina in Italia. (1895). Riedizione a eura di Fausto Barbagli. *pp. [XX] 1-216, [14] 46 figg., 4 tavv.*
III - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2003 - *Eusaurosphargis dalsassoi* n. gen. n. sp., a new, unusual diapsid reptile from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, N Italy). *pp. 1-33, 19 figs., 1 tab., 3 pls.*

Volume XXXII

I - ALESSANDRELLO A., BRACCHI G. & RIOU B., 2004 - Polyehaete, sipuneulan and enteropneust worms from the Lower Callovian (Middle Jurassie) of La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *pp. 1-16, 9 figs., 1 pl.*
II - RIEPPEL O. & HEAD J. J., 2004 - New specimens of the fossil snake genus *Eupodophis* Rage & Eseuillié, from Cenomanian (Late Cretaeeous) of Lebanon. *pp. 1-26, 13 figs., 1 tab.*
III - BRACCHI G. & ALESSANDRELLO A., 2005 - Paleodiversity of the free-living polyehaetes (Annelida, Polychaeta) and description of new *taxa* from the Upper Cretaeeous *Lagerstätten* of Haqel, Hadjula and Al-Namoura (Lebanon). *pp. 1-48, 8 figs., 1 tab., 16 pls.*

Volume XXXIII

I - BOESI A. & CARDI F. edited by, 2005 - Wildlife and plants in traditional and modern Tibet: conception, exploration and conservation. *pp. 1-88, 30 figs., 9 tabs.*
II - BANFI E., BRACCHI G., GALASSO . & ROMANI E., 2005 - *Agrostologia Placentina. pp. 1-80, 7 figs., 1 tabs.*
III - LIVI P. a eura di 2005 - I fondi speeiali della Biblioteea del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. La raeeolta di stampe antiehe del Centro Studi Areheologia Afrieana. *pp. 1-250, 389 figs.*

Volume XXXIV

I - GARASSINO A. & SCHWEIGERT G., 2006 - The Upper Jurassic Solnhofen decapod erustaeean fauna: review of the types from old deseriptions. Part I. Infraorders Astaeidea, Thalassinidea and Palinura. *pp. 1-64, 12 figs., 20 pls.*
II - FUCHS D., 2006 - Morphology, taxonomy and diversity of vampyropod Coleoids (Cephalopoda) from the Upper Cretaeeous of Lebanon. *pp. 1-28, 9 figs., 9 pls.*
III - CALDWELL M. W., 2006 - A new speeies of *Pontosaurus* (Squamata, Pythonomorpha) from the Upper Cretaceous of Lebanon and a phylogenetie analysis of Pythonomorpha. *pp. 1-42, 18 figs., 1 pl.*

Volume XXXV

I - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2006 - Catalog and bibliography of the fossil Stomatopoda and Decapoda from Italy. *pp. 1-95.*
II - GARASSINO A., FELDMANN R.M. & TERUZZI G., edited by, 2007 - 3rd Symposium on Mesozoie and Cenozoic Decapod Crustaeeans. Museo di Storia Naturale di Milano May 23-25, 2007. *pp. 1-104, 38 figs., 6 tabs.*
III - NOSOTTI S., 2007 - *Tanystropheus longobardicus* (Reptilia, Protosaura): re-interpretations of the anatomy based on new speeimens from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, northern Italy). *pp. 1-88, 67 figs., 4 pls., 9 tabs.*

Le Memorie sono disponibili presso la Segreteria della Società Italiana di Scienze Naturali,
Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55 - 20121 Milano
Pubblicazione disponibile al cambio

SOC
7002

MEMORIE

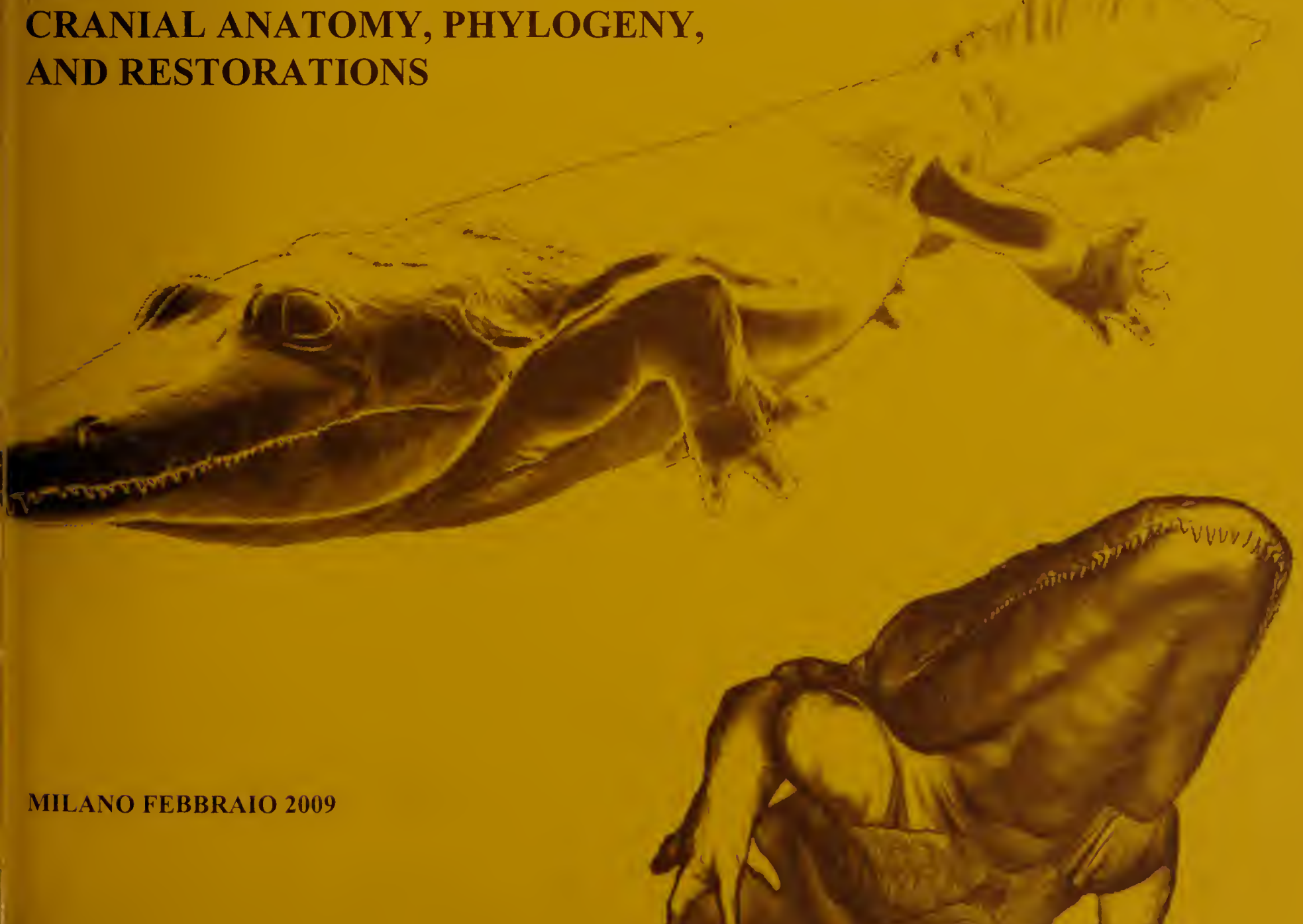
della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXXVI - Fascicolo II

MCZ
LIBRARY
APR 21 2009
HARVARD
UNIVERSITY

**SIMONE MAGANUCO, J. SÉBASTIEN STEYER,
GIOVANNI PASINI, MARC BOULAY, SYLVIA LORRAIN,
ALAIN BÉNÉTEAU & MARCO AUDITORE**

AN EXQUISITE SPECIMEN OF *EDINGERELLA MADAGASCARIENSIS* (TEMNOSPONDYLI) FROM THE LOWER TRIASSIC OF NW MADAGASCAR; CRANIAL ANATOMY, PHYLOGENY, AND RESTORATIONS



MILANO FEBBRAIO 2009

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - CORNALIA E., 1865 - Descrizione di una nuova specie dei genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - MAGNI-GRIFFI F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - GASTALDI B., 1865 - Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - SEGUENZA G., 1865 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp.*, 8 *tavv.*
V - GIBELLI G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria, 16 pp., 1 tav.*
VI - BEGGIATO F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino, *10 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - TARGIONI-TOZZETTI A., 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centrale *(Luciola italica)* e come le fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - MAGGI L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - CORNALIA E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - ISSEL A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa, *38 pp.*
II - GENTILLI A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac de Come. *12 pp., 8 tavv.*
III - MOLON F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'ACHIARDI A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - COCCHI I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - SEGUENZA G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - GAROVAGLIO S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp., 1 tav.*
IX - SEGUENZA G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - DÜRER B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como, ccc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - EMERY C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii. 16 pp., 1 tav.*
II - GAROVAGLIO S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - TARGIONI-TOZZETTI A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - CLAPARÈDE E. R. e PANCERI P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - GAROVAGLIO S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'ACHIARDI A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi venete. Parte II. 32 *pp. 8 tavv.*
II - GAROVAGLIO S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - MARINONI C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - MARINONI C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - MARTORELLI G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - DE ALESSANDRI G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - MARTORELLI G., 1898 - Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - PAVESI P., 1901- L'abbate Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - DE ALESSANDRI G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - REPOSSI E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - REPOSSI E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - AIRAGHI C., 1917 - Sui molari d'elefante delle alluvioni lombarde, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - BEZZI M., 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - SERA G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - DE BEAUX O. e FESTA E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale, *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - DESIO A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - SCORTECCI G., 1937 - Gli organi di senso della pelle degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - SCORTECCI G., 1941- I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - GUIGLIA D., 1944 - Gli Sfecidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - GIACOMINI V. e PIGNATTI S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - VIALLI V., 1956 - Sul rinoceronte e l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - VENZO S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta.*
III - VIALLI V., 1959 - Ammoniti sinemuriane del Monte Albenza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

Volume XIII

I - VENZO S., 1961- Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronese. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Gencri *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia. pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*
III - ZANZUCCHI G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg., 8 tavv.*

Volume XIV

I - VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*
III - DIENI I., MASSARI F. e MONTANARI L., 1966 - Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - CARETTO P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*
II - DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*
III - BARBIERI F., IACCARINO S., BARBIERI F. & PETRUCCI F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano. *pp 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - CARETTO P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*
II - SACCHI VIALLI G. e CANTALUPPI G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128, 30 figg., 8 tavv.*
III - PIGORINI B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - PINNA G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* e *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*
II - VENZO S. & PELOSIO G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*

Simone Maganuco, J. Sébastien Steyer, Giovanni Pasini,
Marc Boulay, Sylvia Lorrain, Alain Bénéteau & Marco Auditore

MCZ
LIBRARY
APR 21 2009
HARVARD
UNIVERSITY

An exquisite specimen of *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) from the Lower Triassic of NW Madagascar; cranial anatomy, phylogeny, and restorations

Volume XXXVI - Fascicolo II

Febbraio 2009

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

INDEX

Introduction ..... Pag. 5
Geographical and geological context ..... Pag. 5
Material and methods ..... Pag. 7
Previous studies and taxonomic remarks ..... Pag. 8
Systematic Palaeontology ..... Pag. 9
Description of the specimen MSNM V2992 ... Pag. 10
Discussion ..... Pag. 20
Phylogenetic analysis ..... Pag. 20
Systematic review ..... Pag. 36
Comparative ontogeny of *E. madagascariensis* .. Pag. 38
Skeletal reconstruction and "in vivo"restoration of *E. madagascariensis* ..... Pag. 40
Palaeoecology and mode of life of *E. madagascariensis* ..... Pag. 44
Summary of the palaeoflora, palaeofauna and palaeoenvironment of the Ankitokazo Basin ..... Pag. 46
Conclusions ..... Pag. 52
Acknowledgements ..... Pag. 53
References ..... Pag. 54
Appendix 1 ..... Pag. 59
Appendix 2 ..... Pag. 60
Appendix 3 ..... Pag. 65
Appendix 4 ..... Pag. 67

© 2009 Società Italiana di Scienze Naturali
Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Corso Venezia, 55 - 20121 Milano

In copertina: *Edingerella madagascariensis*, 3D restorations.
(Sculpture and modelling made under the software Z-Brush version 2 by Marc Boulay, www.hox.fr).

Registrato al Tribunale di Milano al n. 6694
Direttore responsabile : Anna Alessandrello
Responsabile di redazione: Stefania Nosotti

Grafica editoriale: Michela Mura

Stampa: Litografia Solari, Peschiera Borromeo - Febbraio 2009

ISSN 0376-2726

Simone Maganuco, J. Sébastien Steyer, Giovanni Pasini, Marc Boulay, Sylvia Lorrain, Alain Bénéteau & Marco Auditore

An exquisite specimen of *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) from the Lower Triassic of NW Madagascar; cranial anatomy, phylogeny, and restorations

The first author dedicated this monograph to Stefania Nosotti, who brightened each of his days with her smile and her unconditional, lovely support, during this research

Abstract - The stereospondyl temnospondyl *Edingerella madagascariensis* is redescribed in details on the basis of an exquisite specimen - the natural mould of a skull - from the Lower Triassic of NW Madgascar. This redescription allows a systematic revision of the species and a precise comparison with the "watsonisuchians" and other capitosaurs. A phylogeny of stereospondyls is proposed and led to the new combination *Warrenisuchus aliciae* comb. nov. Based on the exceptional preservation state of the material, we proposed for the first time various 2D and 3D reconstructions and restorations of *E. madagascariensis* in the light of new palaeobiological and palaeoenvironmental implications.

Key words: *Edingerella madagascariensis*, cranial anatomy, ontogeny, palaeoenvironment, reconstructions, *Warrenisuchus aliciae* comb. nov.

Résumé - Un spécimen exquis de *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) du Trias inférieur du Nord-Ouest de Madagascar; anatomie crânienne, phylogénie et restaurations.

Le temnospondyle stéréospondyle *Edingerella madagascariensis* est re-décrit en détail sur la base d'un crâne exquis du Trias inférieur du Nord-Ouest de Madagascar. Cette redescription permet une révision systématique de l'espèce ainsi qu'une comparaison détaillée avec les «watsonisuchiens» et autres capitosaures. Une phylogénie des stéréospondyles est ensuite proposée, elle mène entre autre à la combinaison *Warrenisuchus aliciae* comb. nov. D'après l'état de conservation exceptionnelle du matériel redécrit ici, nous proposons pour la première fois des reconstitutions 2D et 3D de *E. madagascariensis* à la lumière de données nouvelles en paléobiologie et paléoenvironnements.

Mots clefs: *Edingerella madagascariensis,* anatomie crânienne, ontogénie, paléoenvironement, reconstitutions, *Warrenisuchus aliciae* comb. nov.

Riassunto - Un esemplare squisitamente conservato di *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) del Triassico inferiore del Madagascar nord-occidentale; anatomia cranica, filogenesi e ricostruzioni.

Introduzione - I temnospondili capitosauri (*sensu* Damiani & Yates, 2003) rappresentano uno dei più grandi e diversificati gruppi di anfibi fossili *sensu lato* (tetrapodi non amnioti). Diffusi nel Triassico, sono facilmente riconoscibili per la morfologia generale che ricorda quella dei coccodrilli. I capitosauri del Madagascar sono noti fin dal 1961, anno in cui Lehman pubblicò una serie di esemplari ben conservati, principalmente crani, raccolti in sedimenti del Triassico inferiore del bacino di Ankitokazo nel nord-ovest dell'isola. Il materiale fu assegnato a due nuove specie: *Benthosuchus madagascariensis e Wetlugasaurus milloti*. Nel 1988 venne ridescritto brevemente da Warren & Hutchinson (1988a), che proposero l'appartenenza ad un'unica specie del già esistente genere *Parotosuchus*, creando la nuova combinazione *P. madagascariensis*. Successivamente Schoch & Milner (2000) proposero il nuovo genere *Edingerella* senza effettuare una revisione del materiale, mentre Damiani (2001a) considerò gli esemplari come *incertae sedis*, in attesa di nuovi studi. Fu Steyer (2003) a fare una prima approfondita revisione degli esemplari malgasci, dimostrando definitivamente che appartenevano ad un'unica specie. Steyer (2003), ritenendo tale specie affine al genere *Watsonisuchus* per alcuni caratteri diagnostici tra i quali, ad esempio, la presenza di una fossa temporale, nominò la nuova combinazione *Watsonisuchus madagascariensis.*

In questo articolo presentiamo lo studio dettagliato dell'anatomia scheletrica dell'esemplare MSNM V2992, conservato presso le collezioni di Paleontologia dei Vertebrati del Museo di Storia Naturale di Milano (MSNM); esso rappresenta, a tutt'oggi, il reperto cranico più completo e di maggiori dimensioni tra quelli di capitosauri malgasci e fornisce nuove importanti informazioni sull'osteologia cranica. L'analisi filogenetica condotta (si veda oltre), basata sulla re-interpretazione dell'anatomia cranica, colloca la specie malgascia all'interno di un genere distinto da *Watsonisuchus*, *Edingerella,* coniato da Schoch & Milner (2000) e considerato valido dagli autori. Le nuove osservazioni permettono inoltre di chiarire i rapporti di *Edingerella madagascariensis* con le specie ad oggi riferite al genere *Watsonisuchus.* Vengono inoltre presentati nuovi dati sull'ontogenesi, sulla paleoecologia e sull'ipotetico ambiente di vita. Infine, l'insieme di questi dati e il confronto con lo scarso materiale dello scheletro postcraniale riferito a questa specie con quello delle forme più affini dal punto di vista ecologico, hanno permesso la ricostruzione tridimensionale del cranio, un'ipotetica ricostruzione scheletrica dell'animale, e in via speculativa, il suo aspetto in vivo.

Materiali e metodi - L'esemplare MSNM V2992 si presenta come modello interno in impronta e controimpronta all'interno di un nodulo ovoidale non calcareo (lunghezza massima, 188,9 mm; larghezza massima, 151,9 mm). Il modello conserva tetto cranico, regione palatale e regione occipitale (Figg. 3, 4). Dettagliati studi dell'anatomia cranica della specie e delle sue variazioni durante l'ontogenesi sono stati effettuati confrontando tra loro diversi esemplari di *Edingerella madagascariensis*, che rappresentano differenti stadi di crescita, conservati all'interno di noduli depositati presso il Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), Parigi, Francia e presso il Rhinopolis Associative Museum (RHMA), Gannat, Francia.

Contesto geologico e paleoambientale - Il nodulo proviene dalle erosioni poste sulla destra del fiume Ifasy, pochi chilometri a NE dal villaggio di Anaborano, a SE del "bacino di Ankitokazo", regione di Ambilobe, provincia di Diégo Suarez, Madagascar nord-occidentale (Figg. 1, 2). Queste località hanno restituito scarsi resti vegetali e una ricca e differenziata fauna ad invertebrati (vedere, ad esempio, Besairie, 1972; Garassino & Teruzzi, 1995; Garassino & Pasini, 2002) e a vertebrati (ad esempio, Beltan, 1996). L'insieme dei dati su associazione faunistica e floristica, paleogeografia (Fig. 26) e tafonomia, suggeriscono un ambiente da estuarino/deltizio a costiero con acque poco profonde, con clima sub-tropicale e sottoposto a cambiamenti stagionali e ritmici. La frequente associazione nei noduli delle faune citate e del concostraco *Eustheria* (*Magniestheria*) *truempyi*, noto anche nella Formazione Bernburg della base dell'Olenekiano tedesco, permette di riferire gli strati fossiliferi del bacino di Ankitokazo al Triassico inferiore, Olenekiano, (Yanbin *et al.*, 2002), 249,7 - 245 MA secondo la stratigrafia ICS.

Descrizione - Tetto cranico (Figg. 5-8, 17): canali sensoriali ben sviluppati, presenti anche posteriormente alle orbite; contatto tra squamoso e tabulare che impedisce al sopratemporale di raggiungere l'incisura otica; incisura otica bordata anteriormente da una depressione poco marcata, fossa temporale (*sensu* Damiani 2001a) formata da squamoso e tabulare; corna tabulari ben sviluppate e dirette posterolaterlamente alla base, che curvano leggermente in direzione mediale fino a terminare con una punta smussata. Palato (Figg. 9-11, 13, 15): denti marginali appuntiti e fortemente espansi labio-lingualmente in sezione trasversale; fila di denticoli transvomerini leggermente concava anteriormente; presenza di zanne dell'ectoperigoide; presenza del canale del parasfenoide, marcata incisura che si apre posteriormente alla sutura tra pterigoide e parasfenoide e che separa gli esoccipitali dagli pterigoidi; processo cultriforme del parasfenoide piatto, con una bassa carena al centro, evidenziata lateralmente da due canali poco profondi; presenza di due strutture tondeggianti al centro della piastra del parasfenoide, il cui significato e eventuale valore sistematico sono ancora oggetto d'indagine. Occipite (Figg. 14, 15): staffa dotata di forame stapediale (*foramen arteriae stapedialis - sensu* Bystrow & Efremov, 1940); presenza lungo il ramo paraoccipitale del tabulare di una marcata *crista tabularis externa*, affiancata anteriormente da una cresta più bassa (*crista terminalis*).

Filogenesi e revisione sistematica (Figg. 18, 19) - Un'analisi filogenetica basata su 86 caratteri osteologici del cranio e della mandibola è stata effettuata per testare la posizione filogenetica di *Edingerella madagascariensis* tra i temnospondili. L'analisi comprende 45 taxa, scelti in modo da poter testare tutte le precedenti ipotesi filogenetiche riguardanti la specie malgascia e contemporaneamente avere rappresentati tutti i principali gruppi di temnospondili (condizione necessaria per poter valutare correttamente la polarità dei caratteri e la loro distribuzione all'interno dei gruppi). L'analisi, condotta tramite il programma PAUP (Swofford, 2002) ha prodotto un "consensus tree" ben risolto i cui risultati più importanti sono:

- è supportata l'esistenza di un gruppo monofiletico di stereospondili a muso corto, risultato più basale della dicotomia trematosauri + capitosauri;
- è confermato il fatto che i trematosauri rappresentano un gruppo monofiletico, sister-taxon di Capitosauria, comprendente i trematosauroidi + *Benthosuchus*;
- tra i capitosauri, le specie *Edingerella madagascariensis* e *Warrenisuchus aliciae* comb. nov. non appartengono al genere *Watsonisuchus*, che ora comprende *W. magnus* (la specie tipo), *W. gunganj* e *W. rewanensis*.

Quest'ultimo risultato ha reso necessaria una revisione sistematica dei generi *Edingerella* e *Watsonisuchus*, e l'istituzione di un genere distinto per *W. aliciae*, per il quale si è proposto *Warrenisuchus* in onore della paleontologa Anne Warren, che per prima ha studiato il materiale e che ha contribuito e continua a contribuire allo studio dei temnospondili con numerosi lavori (vedi bibliografia).

Tra i punti discussi nella revisione sistematica ricordiamo:

In *Edingerella madagascariensis* l'asse maggiore dell'orbita non attraversa l'incisura otica, ma passa lateralmente ad essa. *E. madagascariensis* si distingue per la presenza di zanne ectopterigoidee anche nell'adulto, solitamente presenti solo negli stadi giovanili nelle altre specie, e per il canale del parasfenoide, aperto in tutti gli esemplari malgasci che conservano quell'area, mentre non è visibile in norma ventrale ed è quasi chiuso nelle specie *W. magnus* (Watson, 1962) e *W. rewanensis* (Warren, 1980). In *Watsonisuchus*, il postorbitale si proietta in avanti lateralmente all'orbita; inoltre, contrariamente alla definizione del genere *Watsonisuchus* proposta da Damiani (2001a) e modificata da Steyer (2003), il forame stapediale è presente in almeno una delle specie riferite, *W. gunganj*. *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995) si differenzia dalla maggioranza dei temnospondili per l'assenza della *crista tabularis externa*, per l'ipertrofia della cresta obliqua dello pterigoide, per la presenza di un foramen interpremascellare e nell'avere il forame di Meckel bordato solo da prearticolare e angolare.

Ontogenesi (Fig. 20) - Due stadi di sviluppo, giovanile ed adulto, sono stati riconosciuti nelle serie di crescita di *Edingerella madagascariensis* (Steyer, 2003: fig. 6). Per una trattazione approfondita dell'argomento si rimanda il lettore a Steyer (2003). In questo studio sono state trattate solo le "novità" emerse dalla comparazione dell'individuo adulto MSNM V2992 con gli esemplari giovanili e con gli stadi di crescita intermedi, novità che hanno permesso di identificare ulteriori cambiamenti morfologici occorsi durante l'ontogenesi e di chiarirne altri: 1) il canale del parasfenoide è più ampio negli individui adulti, fatto dovuto probabilmente all'incremento di dimensioni e distanza tra le ossa durante la crescita; 2) a differenza da quanto osservato da Steyer (2003: 553), il foramen pineale ha la stessa dimensione in relazione al resto del cranio sia negli esemplari giovanili sia negli adulti. Il cambiamento evidente durante l'ontogenesi riguarda la forma, che passa da ellittica con l'asse maggiore in direzione anteroposteriore nei giovani, a circolare nei subadulti, sino a ellittica ma con asse maggiore in direzione mediolaterale negli adulti; 3) a differenza di quanto detto da Steyer (2003) le corna postorbitali non divengono gradualmente più orientate posteriormente e le differenze tra i diversi esemplari sono spiegabili in termini di variabilità intraspecifica; 4) gli esemplari che conservano anche parte dello scheletro postcraniale (l'adulto MNHN RHMA02 e il giovane MNHN MAE3003) dimostrano che durante l'ontogenesi il cranio ha crescita allometrica negativa rispetto al postcraniale; 5) anche le variazioni nella curvatura della fila di denticoli transvomerini e nell'espansione del postorbitale verso il margine laterale dell'orbita rientrano nella variabilità intraspecifica e non sono legate all'ontogenesi.

Paleoecologia - Il cranio appiattito degli adulti di *Edingerella madagascariensis*, con le orbite leggermente sopraelevate e dirette dorsalmente, suggerisce che questi predatori praticassero uno stile di caccia d'agguato. *Edingerella* poteva camminare sul fondale e rimanervi adagiata in attesa della preda, secondo il modello delle trappole mortali bentoniche di Ochev (1966), oppure poteva nuotare sotto il pelo dell'acqua, utilizzando la coda come principale organo propulsore (Fig. 27). Gli sviluppati canali sensoriali degli adulti indicano che questi erano più legati ad uno stile di vita anfibio di quanto non lo fossero le forme giovanili, o, più semplicemente, che cacciavano in ambienti diversi. Secondo gli Autori, infatti, i canali erano presumibilmente utilizzati dagli adulti per localizzare la preda in acque torbide (funzione analoga a quella dei recettori di pressione dei crocodiliformi attuali, Figg. 24, 25) dove la sola vista poteva non essere sufficiente; inoltre le zampe, più robuste di quelle di molti capitosauri derivati e più strettamente acquatici, consentivano all'occorrenza spostamenti anche sulla terraferma.

Ricostruzione tridimensionale (Figg. 28-32) - Un esemplare adulto di *Edingerella madagascariensis* è stato ricostruito tridimensionalmente tramite un innovativo sistema di scultura e modellamento digitale (software Zbrush2). Il cranio è basato sull'esemplare MSNM V2992, mentre la mandibola è stata modellata basandosi principalmente su quella degli esemplari MNHN MAE3002 e MSNM V6237 (Fig. 21). Alcuni elementi dello scheletro postcraniale, in particolare vertebre, cinto scapolare e alcune ossa dell'arto anteriore, sono state ricostruite sulla base dei resti postcraniali riferiti alla specie in esame (Fig. 23). Gli elementi mancanti sono basati su quelli di specie di capitosauri ecologicamente affini e più vicine dal punto di vista filogenetico (ad esempio, *Paracyclotosaurus davidi*). Per la muscolatura ed altri dettagli dei tessuti molli sono stati presi in esame alcuni tetrapodi viventi che si ritiene presentino lo stesso grado evolutivo di *Edingerella* (ad esempio, tritoni e salamandre) ed equivalenti ecologici attuali come coccodrilli e alligatori (Figg. 24, 25), osservati dal vivo presso la Ferme aux crocodiles di Pierrelatte (Francia). La presenza di squame dorsali ovoidali e non sovrapposte è stata dedotta dalla loro distribuzione filogenetica, mentre tracce presenti in un esemplare parigino hanno permesso di accertare la presenza di squame tondeggianti a protezione del ventre (Fig. 22). Le texture della pelle sono infine state applicate tramite l'utilizzo di un adeguato software.

Parole chiave: *Edingerella madagascariensis*, anatomia cranica, ontogenesi, paleoambiente, ricostruzioni, *Warrenisuchus aliciae* comb. nov.

INTRODUCTION

Capitosaur temnospondyls (*sensu* Damiani & Yates, 2003) represent one of the largest and most diverse group of fossil amphibians (*sensu lato*, i.e. non-amniote tetrapods), very widespread during the Triassic. With their general large body sizes, their rather aquatic-amphibious way of life and their longirostral and flattened skulls, they are often considered to have a crocodilian appearance.

The capitosaurs from Madagascar are known since Lehman (1961), who erected *Benthosuchus madagascariensis* and *Wetlugasaurus milloti* on the basis of a well-preserved series of capitosaur specimens, mostly skulls, collected in 1954 in the Lower Triassic Middle Sakamena Group at Madiromiary, northwestern Madagascar. Warren & Hutchinson (1988a) and Steyer (2003) demonstrated that all the Malagasy capitosaur material pertains to a single species, representing one of the best documented growth series among capitosaurs. For this species, Schoch & Milner (2000) coined the name *Edingerella madagascariensis*.

We describe here a nearly complete and very well-preserved skull (preserved as a natural cast) of the capitosaur *Edingerella madagascariensis* from the lowermost Olenekian (Lower Triassic) of the Ankitokazo Basin, north-western Madagascar. This specimen is the best preserved and represents the largest skull of the species. It has been preliminarily used in characters coding (Steyer, 2002) and revision of the species (Steyer, 2003), but has never been described in details before now. The description of the specimen provides new information on the cranial osteology of the species. This allows us (1) to investigate the phylogenetic relationships of *Edingerella madagascariensis* with other stereospondyls, (2) to propose a systematic revision of the genus *Watsonisuchus* and of the species formerly referred to this genus (including *E. madagascariensis*), (3) to address ontogeny and palaeoecology of the species, and (4) to propose 2D- and 3D restorations of this presumed semi-aquatic form.

GEOGRAPHICAL AND GEOLOGICAL CONTEXT

The specimen here described comes from a siliceous nodule sampled on surface by local collectors in the 1990's. It is reported from the right bank of the Ifasy River, few kilometres NE to the Anaborano village, Ankitokazo Basin (Besairie, 1972) in the Ambilobe region (Diégo Suarez Province, Northwestern Madagascar) (Figs. 1, 2). This locality also yielded very scarce plant remains (Beltan, 1996) and a rich faunal assemblage including both invertebrates and vertebrates (see Palaeoecology section). A palaeoecological review and synthesis of the Triassic palaeoenvironments of NW Madagascar, is in progress by some of us (GP, SM, JSS).

The geochemical composition of the nodule, typical of those from the central area of the Ankitokazo Basin, is mainly siliceous-clayed and rich in ferric oxide (Besairie, 1972). These nodules often present a septaria-like pattern (GP, pers. obs. 2006), and their composition depends on the local taphonomic (mainly diagenetic) conditions of the outcrops (Beltan, 1996). The fossiliferous layers of the Ankitokazo Basin are Early Triassic in age (Besairie, 1972; Beltan, 1996; Garassino & Pasini, 2002), and form a SW- NE band of 120 km in length which appears to be discontinuous at the surface. This band lies in a depression formed by pre-Palaeozoic crystalline basement in the NE, and by the very poorly fossiliferous (only scarce plant remains preserved as impression) Triassic facies called "Schistes d'Iraro" in the SW (= "Upper Eotrias" according to Besairie, 1972). Although the type locality, Madiromiary (Anaborano district, Ankitokazo Basin), is reported to be Scythian A1 in age according to Warren & Hutchinson (1988a), or Induan according to Schoch & Milner (2000), Yanbin *et al.* (2002) reported the frequent occurrence in the Ankitokazo Basin nodules of the conchostracan *Eustheria* (*Magniestheria*) *truempyi*, a taxon also known in the Bernburg Formation, lowermost Olenekian of Germany. This biostratigraphic marker indicates that most of the fossiliferous layers of the Ankitokazo Basin are Olenekian in age, 249.7 - 245 Ma following the ICS stratigraphy (Gradstein *et al.*, 2004).

Institutional abbreviations: MNHN, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, France; **MSNM,** Museo di Storia Naturale di Milano, Italy; **RHMA**, Rhinopolis Associative Museum, Gannat, France.

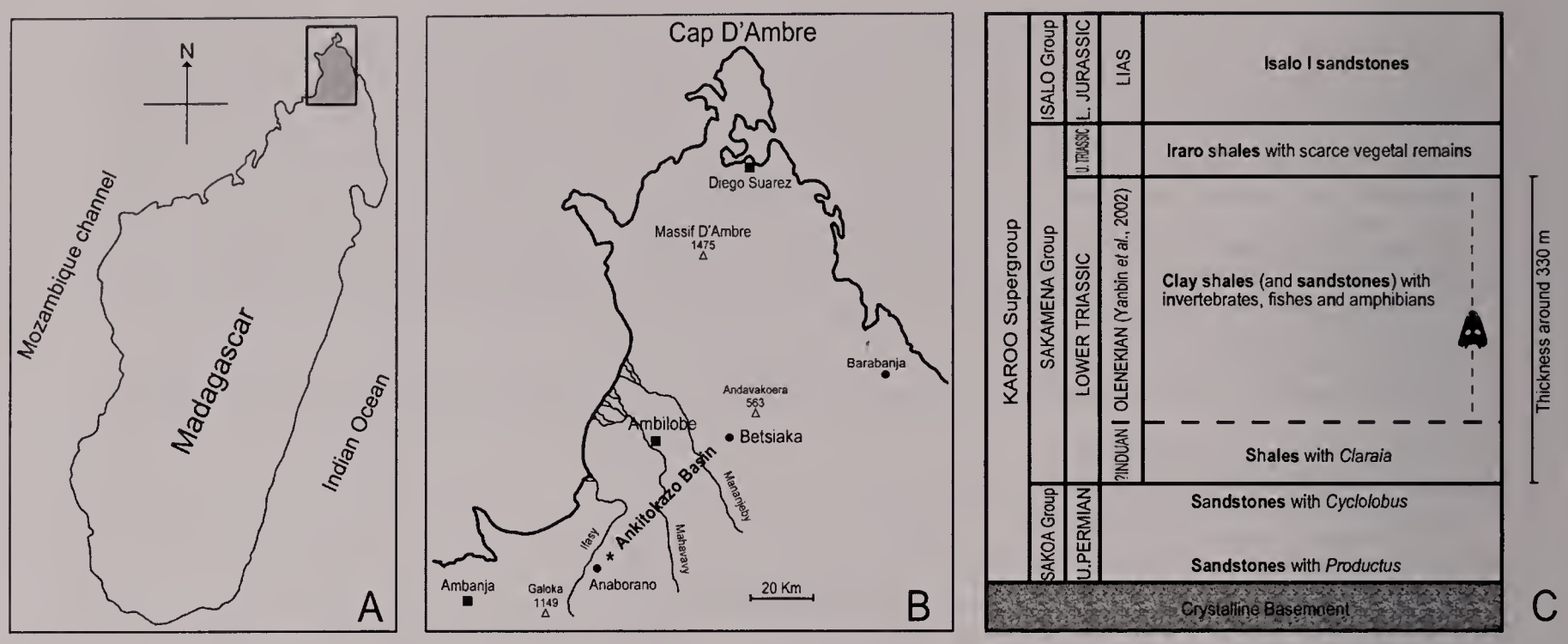


Fig. 1 - Geographic map of Madagascar (A), close-up of the NW of the island near the village of Anaborano (B), and simplified stratigraphic column of the Ankitokazo Basin (C) (after Besairie, 1972; Brenon, 1972; Beltan, 1996; modified by GP). The main localities and landscape elements cited in the text are shown in the map. The asterisk in B markes the area from where the specimen MSNM V2992 was collected. (Drawings: A, B, by Franco Nodo, MSNM; C by GP & SM).

Fig. 1 - Carta geografica del Madagascar (A), particolare del Nord-Ovest dell'isola nei pressi del villaggio di Anaborano (B) e colonna stratigrafica semplificata del bacino di Ankitokazo (C) (modificate da GP a partire da Besairie, 1972; Brenon, 1972; Beltan, 1996). Le principali località e i toponimi citati nel testo sono indicati sulla carta. L'asterisco indica la località da cui proviene l'esemplare MSNM V2992. (Disegni: A, B, Franco Nodo, MSNM; C, GP & SM).

Fig. 1 - Carte de Madagascar (A) et zoom de la partie Nord-Ouest de l'Ile, autur le village d'Anaborano (B), et coupe stratigraphique du basin d'Ankitokazo, simplifiée (C) (d'après Besairie, 1972; Brenon, 1972; Beltan, 1996; modifié par GP). Les principales localités et paysages cités dans le texte sont indiqués sur la carte. L'astérisque correspond à la localité d'où provient le spécimen MSNM V2992. (Dessins: A, B, Franco Nodo, MSNM; C, GP & SM).

Fig. 2 - The riverbed of the Ifasy River, few kilometres to the Anaborano village, seen from N to S (towards the village). The specimen MSNM V2992 is reported from the right bank of the river (the left in the photo). (Photo by GP).

Fig. 2 - Il letto del fium Ifasy, a pochi chilometri dal villaggio di Anaborano, visto da Nord verso Sud (cioè in direzione del villaggio). L'esemplare MSNM V2992 è stato rinvenuto lungo la sponda destra del fiume (la sinistra nella foto). (Foto di GP).

Fig. 2 - Berges de la rivière Ifasy, à quelques kilomètres d'Anaborano, vue du nord vers le sud (en direction du village). Le spécimen MSNM V2992 provient de la berge droite de la rivière (à gauche sur la photo). (Photo GP).

MATERIAL AND METHODS

The specimen is housed in the Museo di Storia Naturale di Milano, Italy, under the catalogue number MSNM V2992. The ovoid nodule (maximum length 188.9 mm; maximum width 151.9 mm), split open, includes a natural mould of a nearly complete skull (Figs. 3, 4).

Two casts, made in the 1990's with plastic resins, permitted production of a complete mould, except for small areas mainly concerning the parasphenoid and the neighbouring bones (Figs. 5, 7, 8, 9 upper, 11-13, 14A, 15, 17A). A new cast of this area was therefore recently prepared with silicon resins (Fig. 9 lower). The exceptional fidelity of these resins allowed us to observe new anatomical details of the skull. First-hand comparisons of cranial features were made with the following specimens of *Edingerella madagascariensis*: MNHN MAE3000a/b, MNHN MAE3002a/b, MNHN MAE3003a/b/c (holotype of the species), MNHN MAE3004, MNHN MAE3005a/b, MNHN RHMA02 (cast of an unlabelled RHMA), MSNM V3880, and MSNM V6237 (cast of an unlabelled RHMA specimen, Fig. 21; a second cast is deposited at the MNHN).

The character matrix was compiled in NDE (Page, 2001), then analysed using PAUP 4.0b10 (Swofford, 2002). Trees (Figs. 18, 19) are displayed with Tree View (Page, 1996).

The 2D- and 3D restorations of *Edingerella madagascariensis in vivo* are based on MSNM V2992, MNHN RHMA02, MNHN MAE3003a/b/c, and MNHN MAE3002a/b for the skull; on MNHN MAE3002a/b, MNHN RHMA02, and MSNM V6237 for the lower jaw; and on MNHN RHMA02, MNHN MAE3003a/b/c, MNHN MAE3002a/b, MNHN MAE3011, MNHN MAE3032, and one unlabelled MNHN specimen (Lehman 1961: pl. XI, C) for the postcranial skeleton. All the mentioned specimens are preserved as natural moulds in non-calcareous, siliceous nodules. The unpreserved (osteological and not) characters represented, have been inferred following the methodology proposed by Bryant & Russell (1992), i.e., on the basis of the cladistic distribution of known features in related taxa, when necessary choosing among equivocal or different phylogenetic inferences on the basis of form-function correlation and ecological affinities among the taxa. Measurements were taken with a digital caliper. The specimens are illustrated with digital photographs. Authors of photographs and drawings are indicated in figure captions. Sculpture and modelling for the 3D restoration were made under the software Z-Brush version 2 by MB; texturing and colouring were made under the software Z-Brush 3.1 and Photoshop CS 2 by SL.

Fig. 3 - Specimen MSNM V2992. The nodule, split open, includes a natural mould of a nearly complete skull of the capitosaur temnospondyl *Edingerella madagascariensis*. Half nodule preserving the natural mould of the dorsal surface of the skull roof. Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

Fig. 3 - Esemplare MSNM V2992: il nodulo, aperto a metà, contiene l'impronta naturale di un cranio quasi completo del temnospondilo capitosauro *Edingerella madagascariensis*; nella metà mostrata in questa foto, si osserva l'impronta della superficie dorsale del tetto cranico. La scala metrica equivale a 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM).

Fig. 3 - Spécimen MSNM V2992. Le nodule ouvert contient le moule naturel d'un crâne subcomplet appartenant au temnospondyle capitosaure *Edingerella madagascariensis*. Demi-nodule contenant l'empreinte naturelle de la surface dorsale du toit crânien. Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

Fig. 4 - Specimen MSNM V2992. Half nodule preserving the natural mould of the ventral surface of the skull roof, the palate, and the occiput of the capitosaur temnospondyl *Edingerella madagascariensis*. Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

Fig. 4 - Esemplare MSNM V2992: l'altra metà del nodulo, contenente le impronte naturali della superficie ventrale del tetto cranico, del palato e della regione occipitale del temnospondilo capitosauro *Edingerella madagascariensis*. La scala metrica equivale a 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM).

Fig. 4 - Spécimen MSNM V2992. Demi-nodule contenant l'empreinte naturelle de la surface ventrale du toit crânien, le palais, et la région occipitale du temnospondyle capitosaure *Edingerella madagascariensis*. Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

Anatomical abbreviations: aa, area aspera (of the pterygoid, *sensu* Bystrow & Efremov, 1940); **adsc**, anterior dermosensory canal; **apv**, anterior palatal vacuity; **arpt**, anterior ramus of the pterygoid; **cf**, crista falciformis; **ch**, choana; **co**, crista obliqua of the posterior branch (or quadrate ramus) of the pterygoid; **cos**, crista obliqua of the stapes; **cp**, cultriform process of the parasphenoid; **ct**, crista terminalis; **cte**, crista tabularis externa; **ect**, ectopterygoid; **en**, external naris; **eo**, exoccipital; **ept**, epipterygoid; **f**, frontal; **fas**, foramen arteriae stapedialis; **fm**, foramen magnum; **idsc**, infraorbital dermosensory canal; **if**, incisura fenestralis (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940); **iptv**, interpterygoid vacuity; **j**, jugal; **jdsc**, jugal dermosensory canal; **l**, lacrimal; **lapt**, lamina ascendens of the pterygoid; **m**, maxilla; **n**, nasal; **o**, orbit; **oc**, occipital condyle; **on**, otic notch; **?onp**, possible optic nerve passage; **p**, parietal; **pal**, palatine; **pf**, prefrontal; **pfa**, processus fenestralis anterioris (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940); **pifo**, pineal foramen; **pm**, premaxilla; **po**, postorbital; **pof**, postfrontal; **pp**, postparietal; **pptc**, parapterygoid crest of the parasphenoid; **pqf**, paraquadrate foramen; **prpt**, posterior (or quadrate) ramus of the pterygoid; **psg**, parasphenoid groove; **psp**, parasphenoid; **pt**, pterygoid; **ptf**, posttemporal fenestra; **q**, quadrate; **qj**, quadratojugal; **s**, stapes; **sc**, sphenethmoidal crest; **sdsc**, supraorbital dermosensory canal; **sq**, squamosal; **st**, supratemporal; **stf**, subtemporal fenestra; **t**, tabular; **tdsc**, temporal dermosensory canal; **tf**, temporal fossa; **v**, vomer; **IX-X**, glossopharyngeal and vagus foramen.

PREVIOUS STUDIES AND TAXONOMIC REMARKS

Both taxonomic assignment and definition of the Malagasy capitosaur material were discussed and questioned by several authors since Lehman (1961), who, as mentioned above, erected the new species *Benthosuchus madagascariensis* and *Wetlugasaurus milloti*; we refer the reader to Steyer (2003) and Damiani (2001a) for a detailed treatment of these arguments. Here we present only a brief summary of the previous studies followed by our taxonomic conclusions.

Lehman (1961: 33-43) based the distinction between *B. madagascariensis* and *W. milloti* on characters that proved not to be of taxonomic significance (see Steyer, 2003), but rather linked to the maturity (i.e., to ontogenetic changes) of the specimens (Warren & Hutchinson, 1988a, b; Schoch & Milner, 2000).

Warren & Hutchinson (1988b) redescribed the holotype of *B. madagascariensis* as a 'capitosaurid', not included in the genus *Benthosuchus* or related forms (Bentosuchidae *sensu* Warren & Hutchinson, 1988a), and transferred all Lehman's capitosaur specimens to *Parotosuchus*, under the combination *Parotosuchus madagascariensis*, pending a detailed and full revision of the material.

Maryanska & Shishkin (1996) referred both Lehman's specimens and *Deltacephalus whitei* (Swinton, 1956; Shishkin *et al.*, 1996; Hewison, 1996) to the family Deltacephalidae, within the 'Capitosauroidea', and tentatively considered all of Lehman's material to be referable to *Deltacephalus*.

Both Schoch & Milner (2000) and Damiani (2001a) pointed out that Lehman's material cannot be referred to *Deltacephalus* because in this taxon the frontal does not participate in the orbital margin. However, the phylogenetic analysis of Damiani (2001a), where the character coding was based on the holotype, placed *B. madagascariensis* among lydekkerinids, as the sister taxon of *Deltacephalus whitei*. Despite this, and with a proper degree of caution, Damiani did not refer *B. madagascariensis* to the Lydekkerinidae because (1) unlike members of that taxon it clearly includes the frontal in the orbital margin, (2) at least one specimen seems to have a temporal fossa, a feature that Damiani considered diagnostic of the genus *Watsonisuchus* (re-evaluated by Damiani in the same paper, in which he emended the genus and diagnosis of the type species, i.e., *W. magnus*), (3) the type of *B. madagascariensis* represents a juvenile or immature individual (Warren & Hutchinson, 1988b; Maryanska & Shishkin, 1996), which could partially affect the phylogenetic results and emphasize the resemblance of *B. madagascariensis* to lydekkerinids. Therefore, Damiani (2001a) provisionally restricted the name *Benthosuchus madagascariensis* to the holotype specimen only, and considered the rest of the material as *incertae sedis*. Additional data inconsistent with the inclusion of this Malagasy species in the Lydekkerinidae are provided in this study (see below), thanks to the reinterpretation of some anatomical features and taking into consideration all the available material for character coding of *B. madagascariensis*.

In their systematic review of stereospondyl temnospondyls, Schoch & Milner (2000) erected the new genus *Edingerella* for the species *E. madagascariensis*, and included all the Malagasy capitosaur specimens. They considered this taxon as a stem-capitosauroid closely related to the Wetlugasauridae, but clearly possessing some unique features of the Capitosauroidea. At that time, they did not take into consideration the possible relationships of the stem capitosauroids (e.g., *Edingerella*; *Rewanobatrachus*) with *Watsonisuchus magnus*, that they considered to be an indeterminate capitosauroid based on inadequate (i.e., non-diagnostic) material. On the other hand, Damiani (2001a) did not comment on the systematic review proposed by Schoch & Milner (2000), presumably because the two papers were in preparation at the same time.

Subsequently, Steyer (2003) questioned the assignment of *B. madagascariensis* to *Parotosuchus*, and demonstrated that it belonged to the genus *Watsonisuchus* as redefined by Damiani (2001a). In his redescription of the holotypes, Steyer (2003) united *Benthosuchus madagascariensis* Lehman, 1961 and *Wetlugasaurus milloti* Lehman, 1961 in the new combination *Watsonisuchus madagascariensis*, the two previous taxa thus representing juvenile and adult stages, respectively, of the species and being, by page priority, *Wetlugasaurus milloti* the junior synonym of the species *Benthosuchus madagascariensis*, which belongs to the genus *Watsonisuchus*. Pending a more reliable diagnosis (i.e. a diagonosis based on autapomorphies) of *Edingerella* than that proposed by Schoch & Milner (2000), Steyer (2003) considered *Edingerella* Schoch & Milner, 2000 to be a junior synonym of *Watsonisuchus*. However, in agreement with both reinterpretation of some cranial features and phylogeny presented in this study (see below), the genus *Edingerella* is now regarded as a valid name for this Malagasy species.

SYSTEMATIC PALAEONTOLOGY

Temnospondyli Zittel 1887-1890 (*sensu* Milner, 1990)
Stereospondyli Zittel 1887-1890 (emend. Fraas, 1889)
Capitosauria Yates & Warren, 2000 (*sensu* Damiani & Yates, 2003)
Edingerella madagascariensis (Lehman, 1961) Schoch & Milner, 2000
Benthosuchus madagascariensis Lehman, 1961: 19-33, figs. 4, 8-10, 12-14, pls. 4-10, 11D, 15B, C, 16C
Wetlugasaurus sp. Lehman, 1961: 33-42, figs. 18-21, pls. 19C, D
Wetlugasaurus milloti Lehman, 1961: pls. 12-14, 16D (specific name given only in some plate captions)
Benthosuchus madagascariensis Lehman, 1963: 169
Parotosuchus milloti Welles and Cosgriff, 1965: 62
Wetlugasaurus sp. Lehman, 1966: 138
Benthosuchus(?) *madagascariensis* Lehman, 1966: 138
Wetlugasaurus lehmani Ochev, 1966: 125
Wetlugasaurus? *lehmani* Ochev, 1966: 158
Wetlugasaurus milotti Ochev, 1966: 125
Wetlugasaurus? *miloti* Ochev, 1966: 158
"*Benthosuchus*" *madagascariensis* Shishkin & Lozovskiy, 1979: 203
Wetlugasaurus? *milloti* Sennikov, 1981: 143
Parotosuchus madagascariensis Warren & Hutchinson, 1988a: 23-29, figs. 1-3
Parotosuchus madagascariensis Warren & Hutchinson, 1988b: 873-874
Parotosuchus madagascarensis Hewison, 1996: 318
Deltacephalus sp. Maryanska & Shishkin, 1996: 72-73, 80-81
Selenocara milloti Bjerring, 1997: 3
Parotosuchus madagascariensis Damiani & Warren, 1997: 285, as immature
Stereospondyli *incertae sedis* Damiani, 1998: 101-102, 2001a
Watsonisuchus madagascariensis Steyer, 2003: 544-555, figs. 1-6

Holotype - MNHN MAE3003a/b/c. The mould of an early juvenile skull and a part of its postcranial skeleton in a small, complete ironstone nodule, recently redescribed by Steyer, 2003.

Referred material - A growth series of skulls, ranging from the juvenile to the adult: the juveniles MNHN MAE3005a/b (*Benthosuchus madagascariensis* of Lehman, 1961), MSNM V3880, and MSNM V6237 (cast); the early adults MNHN MAE3000a/b (*Wetlugasaurus milloti* of Lehman, 1961), MNHN MAE3004 (*Benthosuchus madagascariensis* of Lehman, 1961), and MNHN RHMA02 (cast); and the adult MNHN MAE3002a/b (holotype of *Wetlugasaurus milloti* of Lehman, 1961), and MSNM V2992; plus two skull fragments, MNHN MAE3007 and MNHN MAE3008. Postcranial material referable to *Edingerella madagascariensis* include MNHN MAE3032 (anterior half of an adult axial skeleton, including most of the pectoral girdle and part of the forelimb), MNHN MAE3011 (partially preserved interclavicle and clavicle with traces of the ventral scutes), and possibly uncatalogued MNHN specimens (mostly vertebrae, published by Lehman, 1961, pl. XI).

Specimen described here - MSNM V2992 (Figs. 3-17; basic measurements in Tab. 1 on page 20).

Locality - All the specimens are from the neighbourhood of Anaborano, Ankitokazo basin, Diégo Suarez Province, northwestern Madagascar. The studied specimen MSNM V2992 comes from NE to the village of Anaborano Ifasy. All the other specimens come from the type locality Madiromiary, except for MNHN MAE3002ab, from Mahatsara, and for MSNM V3880, from S to Bobasatrana.

Horizon - Middle Sakamena Group, Lower Triassic, Olenekian (Yanbin *et al.*, 2002).

Diagnosis (after Steyer, 2003, modified) - Capitosaur temnospondyl with skull wide relative to the midline length; very elongate optic foramen in sphenethmoid; comparatively small occipital condyles very close to each other, situated level with quadrate condyles, and clearly demarcated from the body of the exoccipital; elongate area aspera (ventral granular surface) on pterygoid; arcuated transvomerine tooth row; palatine/ectopterygoid suture nearly transverse; low and rounded oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid; vomerine plate broader than long; short posterior margin of posterior plate of parasphenoid; triangular keel on the cultriform process that continues the parasphenoid plate and is bordered by two shallow grooves; presence of the parasphenoid groove; ectopterygoid tusks in all growth stages; presence of the stapedial foramen; crista obliqua (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940) on the stapes; anterior projection of the jugal extends ahead of the anterior margin of the orbit, but it is shorter than 3/10 of the preorbital length of the skull; non-posterodorsally oriented prescapular process of clavicle; and rhomboid interclavicle.

Remarks - According to Steyer (2003), the absence of a parasphenoid groove is an autapomorphy of *Edingerella madagascariensis*, but this groove is visible on all the specimens that preserve the area (MNHN MAE3002; MHNH 3005; MSNM V2992; and MNHN RHMA02).

In *Edingerella madagascariensis*, the supratemporal enters the otic notch margin only in juveniles. This is not the case in *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b) where the supratemporal does not enter the otic notch in the juveniles.

In *Edingerella madagascariensis*, the direction of the prolongation of the longer axis of the orbit varies among the specimens in a manner not related to ontogeny. In most of the specimens it passes laterally to the centre of the otic notch, and often laterally to the whole otic notch (longer axis of the orbit reaching the central part of the otic notch is a diagnostic feature of the genus *Watsonisuchus* in Damiani, 2001a, but see Systematic review below). Although the snout of *Watsonisuchus rewanensis* is not completely preserved, the prenarial portion of the snout seems shorter than in *E. madagascariensis*.

DESCRIPTION OF THE SPECIMEN MSNM V2992

Ornamentation and lateral line system - The ornamentation of the external surface of the skull typically consists of anastomosed pits (at the level of the ossification centres) which turn into elongated grooves radiating toward the periphery of the bones (Fig. 5). The ornamentation covers almost all the external surface of the skull, with the exception of an apparently smooth, unornamented belt, no more than 6 mm in height, with a texture consisting only of faint longitudinal wrinkles, running just above the whole dentigerous margin of the maxilla, and tapering anteriorly towards the premaxillary/maxillary suture (Fig. 17A). The dentary (when preserved) of the other specimens of *Edingerella madagascariensis* also bears a similar, almost unornamented belt on its external surface, which is composed of faint longitudinal wrinkles only (e.g., specimen MSNM V6237, Fig. 21). Similar smoothy "labial" belts are also visible on the dentaries and maxillae of other capitosaur and trematosaur temnospondyls (see Palaeoecological data and restoration).

The well-developed lateral line system is represented by sub-continuous, relatively narrow, and deeply incised canals for the anterior, infraorbital, supraorbital, jugal, and temporal canals (Figs. 6, 17B-C). An oral canal is present in the specimens of *Edingerella madagascariensis* preserving the mandible (Fig. 21): it runs just ventrally to the unornamented area of the dentary. A mandibular canal is also present, firstly observed by Steyer (2002). The occipital canal is absent. This absence is typical for capitosaurs, whereas the presence of this canal is typical for most of the trematosaurs (Damiani & Yates, 2003), *Benthosuchus* included. A single anterior canal runs across the anterior margin of the snout, just posterior to the tip of the premaxillae, and terminates at the level of the premaxillary tooth row. Each supraorbital canal starts from the anterior canal, passes medial to the external nares and runs posteriorly along the nasal, entering the lacrimal bone, and continuing above the prefrontal up to reach the frontal just medial to the anterior margin of the orbit. Each infraorbital canal starts at the level of the maxillary tooth row, just posterior to the premaxillary/maxillary suture, forming a Z-shaped flexure on the lacrimal, which is typical of the capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000), and running posteriorly above the jugal, close to its suture with the maxilla, up to the level of the centre of the orbit. At this level, the infraorbital canal appears to bifurcate into a medial temporal ramus (crossing the postorbital and terminating above the supratemporal) and a jugal lateral ramus (in continuity with the infraorbital canal and prosecuting posteriorly on the jugal for some distance). Then, the left jugal ramus runs onto the quadratojugal, close to its suture with the squamosal, then passes onto the squamosal, and reaches the posterior margin of the skull. The right jugal ramus terminates on the quadratojugal, where it is linked by a faint impression to a deep, short canal starting from the squamosal and reaching the posterior margin of the skull. In addition, a faint impression, parallel to the ventral margin of the quadratojugal, is present on both sides.

Skull roof (Figs. 5-8, 17) - The specimen MSNM V2992 has a relatively elongate skull (midline length > maximum width), with nearly straight lateral margins converging towards the rounded tip of the snout (Figs. 5, 6) and marked by a slight concavity at the level of the posterior margin of the naris. Most of the skull elongation is in the snout, leading to a preorbital region twice as long as than the postorbital one. The preorbital region of MSNM V2992 is, however, on the lower side of the elongation range for the adults of *E. madagascariensis* (49% - 59% of total skull length), some specimens (e.g., MNHN MAE3002) having the same degree of elongation present in *Warrenisuchus aliciae* and *Watsonisuchus rewanensis* (58-59% of total skull length). The snout does not possess a prenarial growth zone. The anterodorsal dentary foramen (or interpremaxillary foramen) present, for example, in *Warrenisuchus aliciae*, is absent in MSNM V2992, as in the other specimens of *Edingerella madagascariensis*. The premaxilla/maxilla suture is more clearly visible on the left half of the snout. It is straight, and touches perpendicularly the mid-lateral margin of the external naris. The premaxilla/nasal suture is straight for almost all its entire length, becoming posterolaterally directed just anterior to the naris. Therefore, the medial process of the premaxilla appears subrectangular. The external nares are large (with a longer axis of about 10% of the skull mid-length), dorsally placed, and ovoid. Their long axes run parallel to the outline of the skull roof, and are roughly twice as long as the short axes. The septomaxilla is not exposed on the outer margin of the naris, as is the case in other specimens of *Edingerella madagascariensis* and in capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000). The nasal contacts the maxilla posterior to the external naris. The lacrimal contacts neither

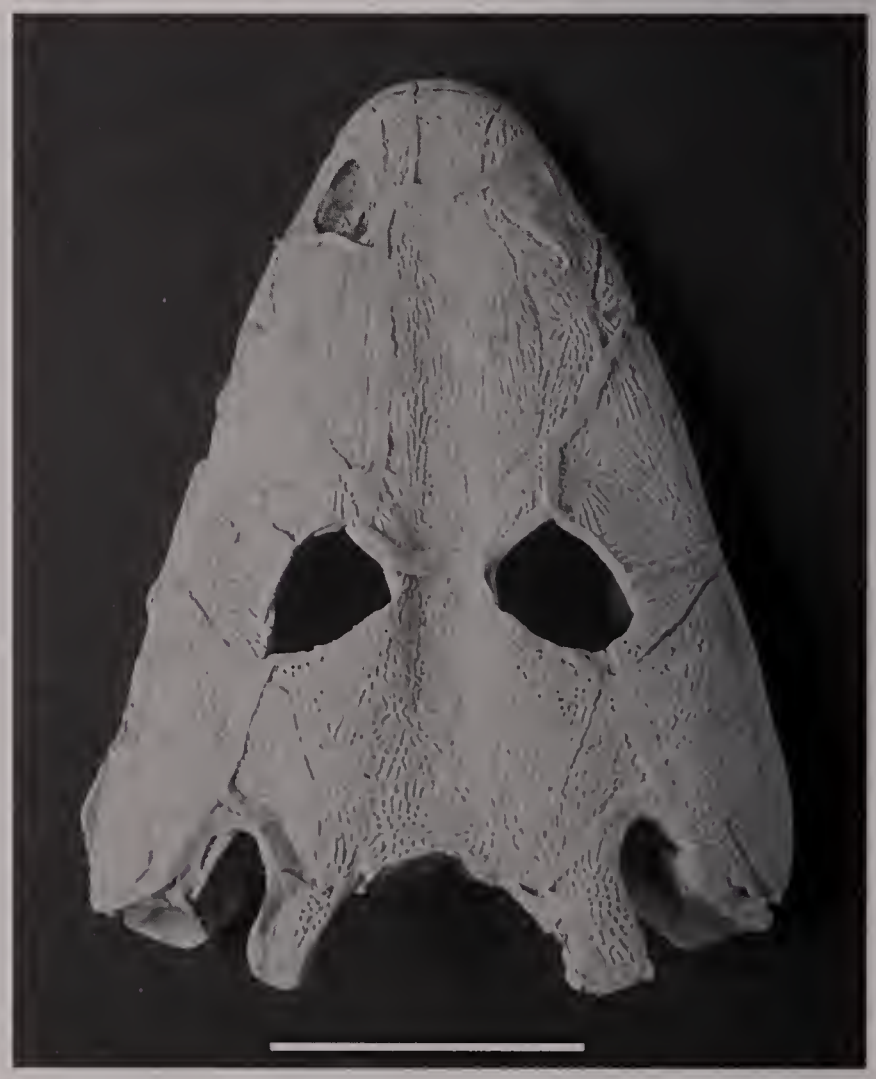


Fig. 5 - Cast of MSNM V2992 in dorsal view. Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).
Fig. 5 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma dorsale. La scala metrica equivale a 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM).
Fig. 5 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue dorsale. Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

the orbit nor the naris, as is the case in other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). The orbits, facing dorsally, are entirely located in the posterior half of the skull, also as in other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). The orbits are ovoid and relatively large (long axis about 18% of the mid-length of the skull); their long axis is not parallel to the midline of the skull (Steyer, 2003), and passes lateral to the otic notch. The orbits are elevated above the plane of the snout, and above the frontals. The highest point of the skull roof, however, is

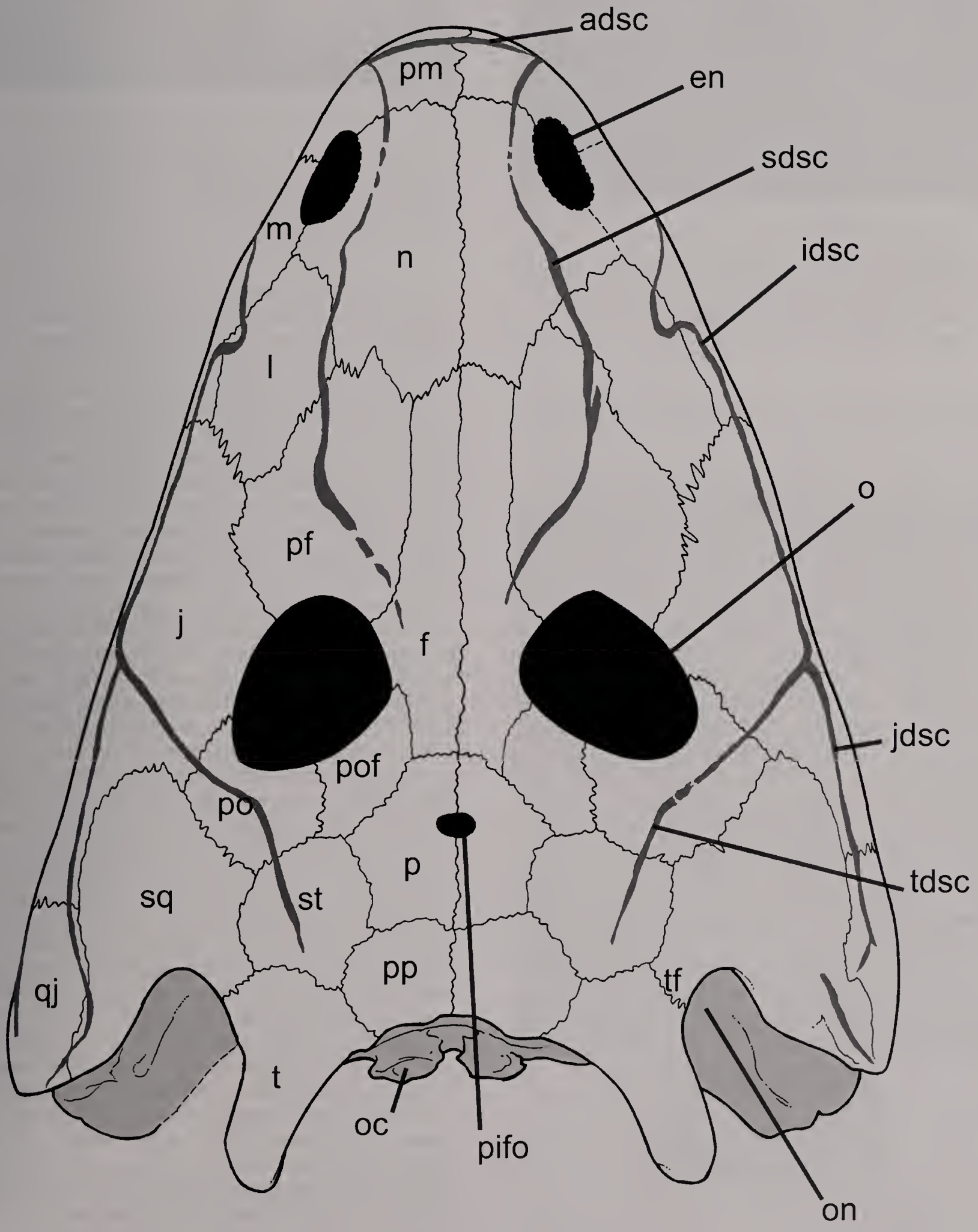


Fig. 6 - Interpretative drawing of MSNM V2992 in dorsal view. See anatomical abbreviations on page 8. (Drawing MA after Steyer, 2001).
Fig. 6 - Disegno interpretativo dell'esemplare MSNM V2992 in norma dorsale. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Disegno MA a partire da Steyer, 2001).
Fig. 6 - Dessin interprétatif du spécimen MSNM V2992 en vue dorsale. Voir page 8 pour les abréviations. (Dessin MA d'après Steyer, 2001).

Fig. 7 - Cast of MSNM V2992 in dorsolateroccipital view. See anatomical abbreviations on page 8. (Photo SM).
Fig. 7 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma dorso-latero-occipitale. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Foto SM).
Fig. 7 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue dorso-latéro-occipitale. Voir page 8 pour les abréviations. (Photo SM).

Fig. 8 - Cast of MSNM V2992 in anterior view. (Photo Michele Zilioli, MSNM).
Fig. 8 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma anteriore. (Foto Michele Zilioli, MSNM).
Fig. 8 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue antérieure. (Photo Michele Zilioli, MSNM).

located on the postfrontal, just posterior to the orbit (Fig. 8). The prefrontal is large (about 33 % of the skull mid-length), pointed anteriorly and elevated just anterior to the orbit. The frontal participates in the orbit-margin, as is the case in many other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). It is longer than the nasal but, as in capitosaurs (including *Watsonisuchus*, see Damiani, 2001a), it does not extend posterior to the posterior margin of the orbit. The postorbital is well developed (about 19% of the skull mid-length) and moderately hooked, its anterior portion bordering about half of both posterior and lateral margins of the orbit. The jugal borders the orbit, and its anterior portion extends far anterior to the anterior margin of the orbits, a feature observed also in other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). The squamosal contacts the tabular, preventing the supratemporal from entering the otic notch dorsally. This pattern is not observed in the juveniles MNHN MAE3003 and MAE3005, in which the supratemporal enters the otic notch, whereas it is observed in the early adults MNHN MAE3000 and MAE3004, and it is similar to the condition reported by Shishkin *et al.* (2000) for capitosaurs. The studied specimen shows deep and open otic notches, anteriorly bordered by a shallow depression (Fig. 7). This depression (the "temporal fossa" *sensu* Damiani, 2001a), located on the squamosal and the tabular, is more pronounced laterally, i.e., on the squamosal portion. Damiani (2001a) considered this "fossa" as an unambiguous autapomorphy of the genus *Watsonisuchus*. Warren (1980) reported that several authors (e.g., Welles & Cosgriff, 1965: 8) excluded the supratemporal from the otic notch or included it, depending on their entire or partial drawings of the "temporal fossa". This is the case of *Watsonisuchus magnus* and of the specimen MNHN RHMA02, where the supratemporal enters the otic notch if the whole "fossa" is not drawn (Watson, 1962: fig. 10, Damiani, 2001a: fig. 28; SM & JSS, pers. obs. 2006). It is not clear whether the supratemporal is excluded from the otic notch in the adult MNHN MAE3002 (different from the interpretative drawing in Steyer, 2003: fig. 2). However, in MSNM V2992, the supratemporal is excluded from the otic notch by the contact between the squamosal and the tabular, with or without taking into consideration the "temporal fossa". The supratemporal does not enter the otic notch dorsally in *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b) either. The tabular is long (about 22% of the skull mid-length), forming a pointed tabular horn with blunt posteriormost extremity. It is slightly curved toward the midline of the skull, and its longer axis is closer to the medial sagittal plane than that of *Warrenisuchus* and *Watsonisuchus* (*W. gunganj* excepted). The pineal foramen opens posterior to the anterior third of the interparietal suture. It is small (nearly 3% of the skull mid-length) and elliptical, with the major axis perpendicular to the medial sagittal plane. The pineal foramen is more circular in the early adults MNHN MAE3000 and MNHN MAE3004, and presents the opposite condition (major axis parallel to the medial sagittal plane) in the juveniles MSNM V3880 and MNHN MAE3003 (Fig. 20B). The postparietal is relatively long (about 23% of the skull table mid-length) but generally wider than longer. Its posterior part is even wider than its anterior one. As is the case in the specimen MNHN MAE3000 and in *Watsonisuchus rewanensis* (Warren, 1980), the posterior margin of this bone has a small posteriorly directed peak, thus not unique of the latter (contra Warren, 1980). Despite the presence of these small peaks, the general outline of the posterior margin of the skull roof is semicircular. Supernumeraries bones such as supralacrimal, interpremaxilla, interfrontal, and centroparietal are absent, whereas a centroparietal and, possibly, other supernumeraries bones are present in the early adult specimen MNHN MAE3004 (Steyer, 2003).

Palate and neurocranium (Figs. 9-13) - The palate is well preserved, almost entirely complete, and moderately vaulted, with the lateral sides slightly below the level of the mid portions. A small, transverse lamina (lamina palatina *sensu* Bystrow & Efremov, 1940) of the premaxillae lies dorsal and posterior to the premaxillary tooth row, forming the anteriormost portion of the bony palate. Each half of the posterior margin of the lamina palatina bears, medially, a small process with rounded apex (processus fenestralis anterior, *sensu* Bystrow & Efremov, 1940), and, laterally, a moderately incised incisura fenestralis (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940) (Fig. 11). The posterior margin of the lamina palatina corresponds to the wavy, anterior margin of the anterior palatal vacuity. This vacuity (or sinus praemaxillaris) consists of a single and rela-

tively large opening, as is commonly the case in many capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). The shape of this opening varies within the specimens of *Edingerella madagascariensis* (Fig. 20A): it is heart-shaped in the specimens MNHN MAE3002 (Steyer, 2003: fig. 2C; Warren & Hutchinson, 1988a), MNHN MAE3000, and MNHN RHMA02; in MSNM V2992 and MSNM V6237 its anterior margin is only moderately wavy, and its posterior margin is relatively straight instead of being pointed; specimen MNHN MAE3005 shows an intermediate condition, with wavy anterior margin but not pointed posterior one. The anterior palatal vacuity is located at the level of the premaxillary/maxillary suture (well visible on the left side of the skull only), almost entirely posterior to the premaxilla/vomerine suture (i.e., most of the opening seems to open into the vomer), as is the case in capitosaurs (Damiani, 2001a). The vomerine plate is broader than long, like in *Warrenisuchus aliciae* and opposite to the condition present in *Watsonisuchus rewanensis*. The plate is in contact with the maxilla and bifurcates posteriorly into two rami, a short posterolateral ramus that contacts the palatine (the orientation of the suture between the vomer and the palatine, as preserved, is oblique), and a longer posteromedial ramus that runs lateral to the cultriform process, and terminates close to the level of the anterior margin of the orbits. The choanae are elongate and do not overlap the external nares in ventral view, which are located anteriorly. The palatine is relatively robust and elongate. Its posterior process does not extend posteriorly to the level of the largest ectopterygoid teeth, and its suture with the ectopterygoid is nearly perpendicular to the skull margin, as in *Warrenisuchus aliciae*. The interpterygoid vacuities are well-developed (about 50% of the mid-length of skull) and bordered by the parasphenoid, vomers, palatines, and pterygoids, but not by the ectopterygoids. As in other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000), the participation of the palatine to the margin of the interpterygoid vacuity prevents the palatine ramus of the pterygoid to contact the vomer. The ventral opening of the orbit is located at the level of the posterior half of the interpterygoid vacuity, as in the adult specimens of *Edingerella madagascariensis* described by Steyer (2003) and in *Watsonisuchus* (Warren, 1980). A single, long, and laterally concave crista muscularis is present on the ventral surface of the pterygoid, running without interruption on both palatine and quadrate rami of the bone. The palatine ramus of the pterygoid tapers far anteriorly to the level of the anterior margin of the ectopterygoid. The anterolateral margin of this ramus forms a short suture (about 7% of the length of the palatine ramus) with the medial margin of the palatine. The posterior half of the palatine ramus gently curves medially where it forms the corpus of the pterygoid, then this corpus curves laterally, forming the quadrate ramus. This is shorter than the palatine ramus and robust, and is sutured with the main body of the quadrate. Both rami of the pterygoid delimited medially the subtemporal fenestra, which is also bordered posteriorly by the quadrate, laterally by the quadratojugal and the maxilla, and anteriorly by the ectopterygoid. The ventral surface of the corpus of the pterygoid is granular and forms an area aspera (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940: fig. 7C). The pterygoid contacts the parasphenoid through a firm, long suture (as in other stereospondyls) that terminates posteriorly at the level of the parasphenoid groove. This groove, separating the exoccipitals from the pterygoids, clearly appears as a notch in ventral view. Relative to the size of the adult skull corresponding to the specimen MSNM V2992, the parasphenoid groove is broader than that of the other specimens of *E. madagascariensis*: it is relatively small in juveniles and increases during ontogeny (see Comparative ontogeny of *E. madagascariensis*). The suture between the parasphenoid and the exoccipitals is not visible in palatal view, because the parasphenoid plate overlaps the base of the exoccipitals. The cultriform process mainly lies in a plane slightly dorsal to the parasphenoid plate, except for its low, medial, and longitudinal keel that prolongs the plate. In MSNM V2992, this keel forms an isosceles triangle, with its tip tapering anteriorly, terminating at the level of the posterior ends of the vomer, and measuring about 70% of the cultriform process length. The same proportions are observable in MNHN MAE3003, MNHN MAE3005, and MNHN MAE3002, but not in MNHN RHMA02, in which the keel is longer, measuring 87% of cultriform process length. In MSNM V2992, each side of the keel is bordered by a shallow longitudinal groove. A similar keel, flat and relatively broad, was reported also in *Warrenisuchus aliciae*, and the grooves are even more incised in *Watsonisuchus magnus* (Steyer, 2003). A double keel is

Fig. 9 - Casts of MSNM V2992 in palatal view: whole skull (upper) and parasphenoid area (lower). Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).
Fig. 9 - Calchi dell'esemplare MSNM V2992 in norma palatale: cranio intero (sopra) e area del parasfenoide (sotto). La scala metriea equivale a 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM).
Fig. 9 - Moulages du spécimen MSNM V2992 en vue palatale: crâne entier (au-dessus) et plaque parasphénoïdienne (au-dessous). Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM).

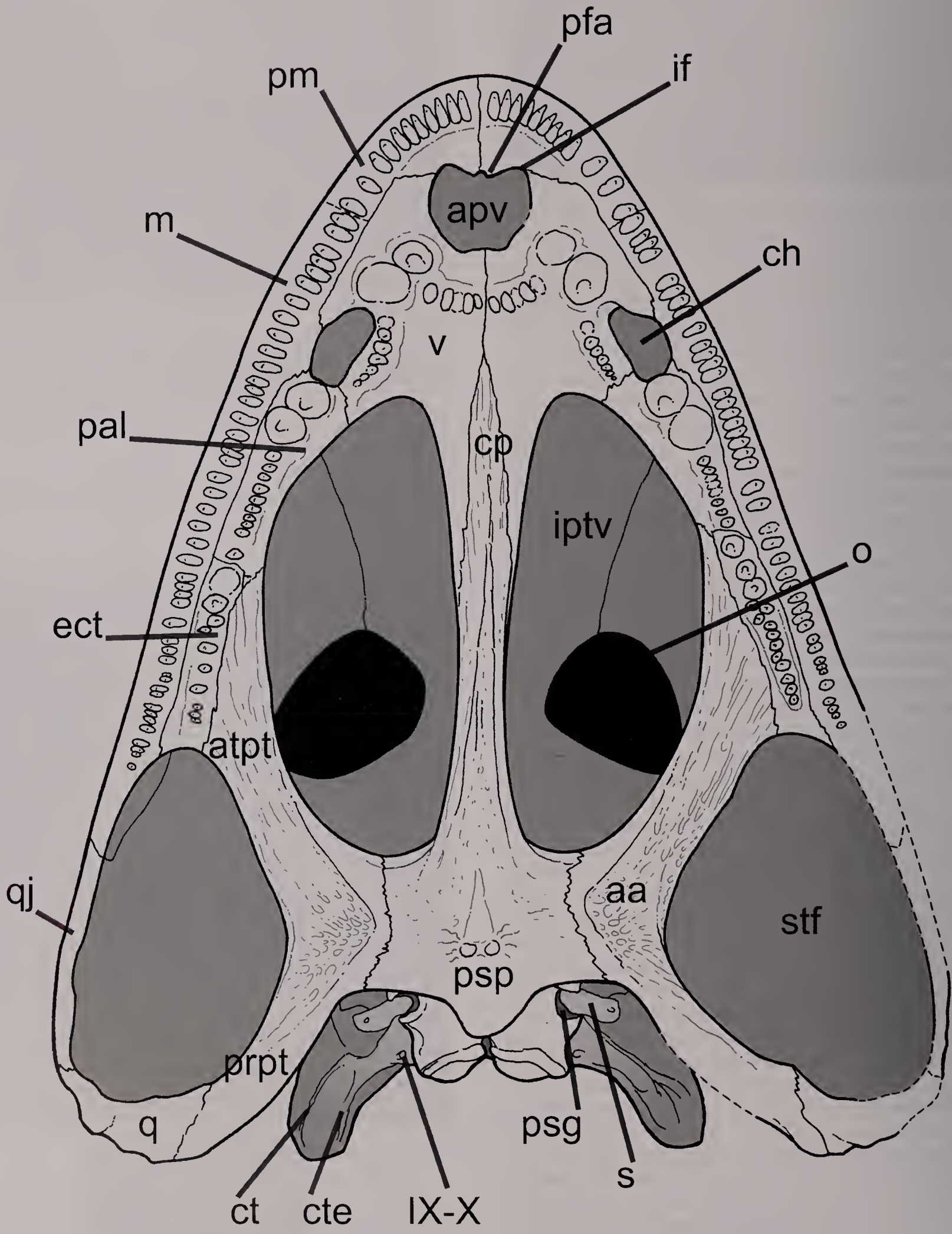


Fig. 10 - Interpretative drawing of MSNM V2992 in palatal view. See anatomical abbreviations on page 8. (Drawing MA after Steyer, 2001).
Fig. 10 - Disegno interpretativo dell'esemplare MSNM V2992 in norma palatale. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Disegno MA, a partire da Steyer, 2001).
Fig. 10 - Dessin interprétatif du spécimen MSNM V2992 en vue palatale. Voir page 8 pour les abréviations. (Dessin MA d'après Steyer, 2001).

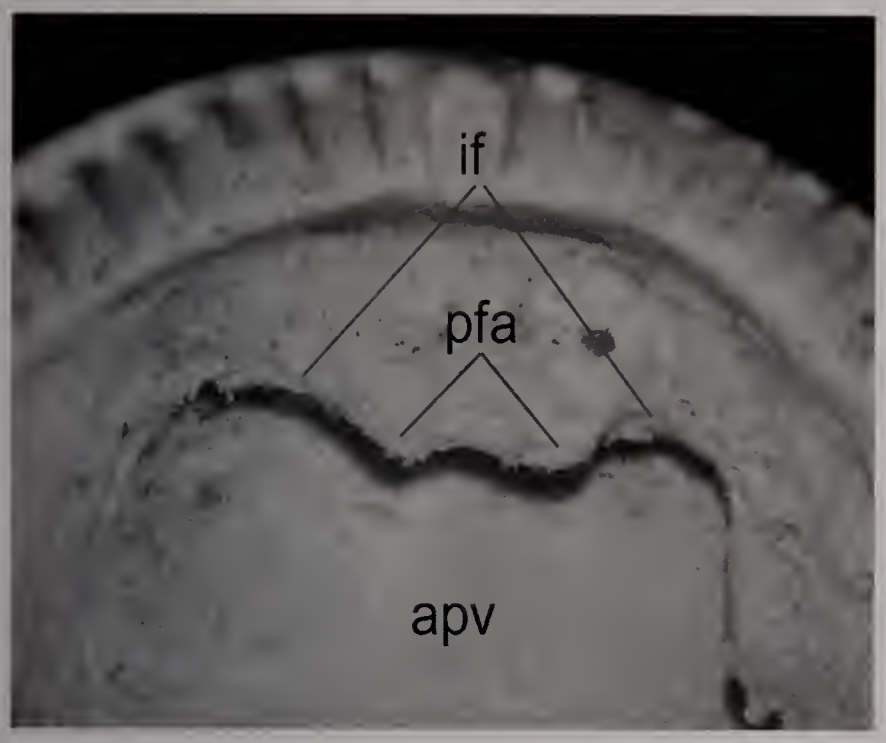


Fig. 11 - Cast of MSNM V2992 in palatal view: close-up of the anterior region. See anatomical abbreviations on page 8. (Photo SM).
Fig. 11 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma palatale: particolare della regione anteriore. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Foto SM).
Fig. 11 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue palatale: détail de la partie antérieure. Voir page 8 pour les abréviations. (Photo SM).

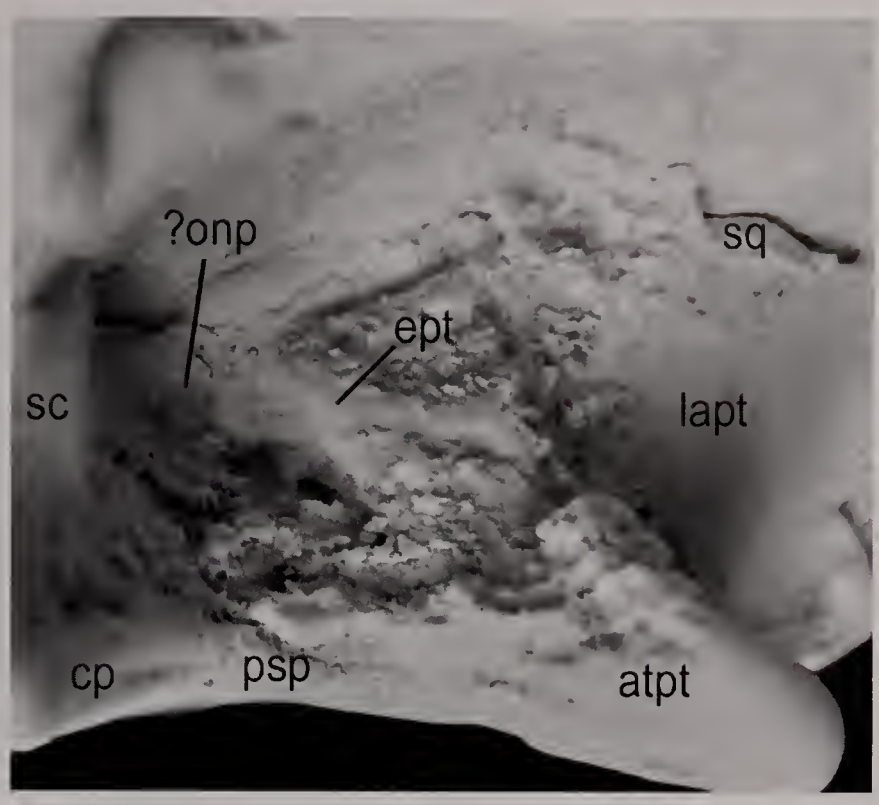


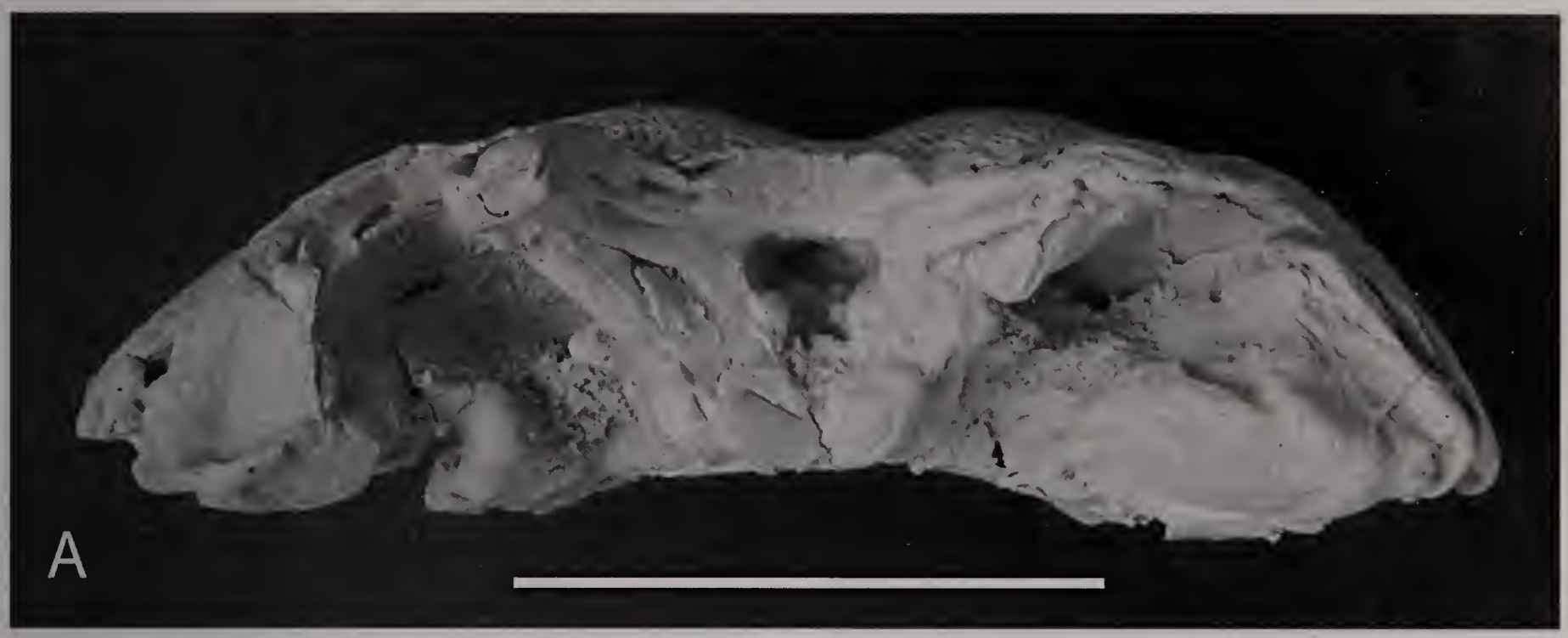
Fig. 12 - Cast of MSNM V2992 in anterior view: close-up of the left portion of the neurocranium. See anatomical abbreviations on page 8. (Photo SM).
Fig. 12 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma anteriore: particolare della porzione sinistra del neurocranio. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Foto SM).
Fig. 12 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue antérieure: détail de la partie gauche du neurocrâne. Voir page 8 pour les abréviations. (Photo SM).

also reported on the cultriform process of *Watsonisuchus rewanensis* (Warren, 1980). The ventral surface of the keel is granular in MSNM V2992. The narrowest width of the cultriform process represents nearly 10% of its total length, as is the case in other specimens of *Edingerella madagascariensis*. The margins of the cultriform process are nearly parallel for more than half of its length. Anteriorly, they seem to converge to form a triangle because of the overlapping of the vomer. The anteriormost tip of the cultriform process reaches the level of the mid point of the choanae. The same pattern usually occurs in capitosaurs, but not, for example, in the basal trematosaur *Benthosuchus sushkini* (Damiani, 2001a), in which the cultriform process, in that area, is fully underplated by the posterior extention of the vomer. The anterior portion of the cultriform process, anteriorly to the keel, forms, together with the posterior extension of the vomer, a moderately transversely concave surface. In anteroventral view, remains of the sphenethmoid are present on the dorsal surface of the cultriform process: they bear a sphenethmoidal crest. In anterior view, the left epipterygoid is visible (Fig. 12), although the area is not enough preserved to unveil anatomical details and presence/position of the various foramina (e.g., foramina for the trigeminal and optic nerves, and vascular foramina), with the possible exception of an apparent foramen medial to the apical process of the epipterygoid that might represent the passage for the optic nerve or an artefact of preservation. Lateral to the epipterygoid, the lamina ascendens of the pterygoid is also visible (Fig. 12): its textured surface bears faint ridges radiating from the centre of its basal portion. Dorsally, this sheet-like lamina, which is a dorsal prolongation of the posterior (quadrate) ramus of the pterygoid, contacts the squamosal (see also occipital view). The parasphenoid plate is wider than long. Its ventral surface is as granular as the ventral surface of the keel, but only toward the base of the cultriform process, forming an area aspera cultriformis rather than a real area aspera basalis. Yet these parasphenoid granularities are less numerous and lower than those on the pterygoids. Due to a transverse fracture in the nodule, the area which would bear the cristae muscularis for the attachment of the *m. rectus capiti* (Watson, 1962) is not preserved in MSNM V2992. The position of the fracture, however, implies that those cristae, if present, would have been rather straight, as in the adult of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995), but nothing can be said about their confluence in the midline. Two cristae muscularis are present in MNHN MAE3002 and MNHN MAE3003: they fail to meet in the midline, although they are a little bit more developed in the former specimen. The condition in which the cristae muscularis meet in the midline of the parasphenoid plate and form a true transverse ridge appears to be restricted to derived capitosaurs only, with a certain degree of variation in the exact shape of the transverse ridge, probably at the generic level, and maybe during ontogeny (Damiani, pers. comm., 2005). Ontogenetic changes in curvature and extension of the cristae muscularis have been clearly reported for *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995), in which younger individuals show cristae which either fail to meet, or meet at an obtuse angle, while those of the adult specimen meet to form a single, almost straight ridge. The cristae muscularis form a single ridge also in the adults of the other watsonisuchians, meeting at an obtuse angle in *Watsonisuchus rewanensis* (Warren, 1980) and *Watsonisuchus magnus* (Damiani, 2001a; JSS, pers. obs. 2006), and at an acute, V-shaped angle in *Watsonisuchus gunganj* (Warren, 1980). Warren & Hutchinson (1988b) reported that these cristae muscularis appear as two rami, confluent or not, forming a V-shaped ridge in some capitosaurs, or as a pair of semicircular depressions

(pockets) enhanced by a bony flange (the cristae) in some rhinesuchoids, or again as a straight transverse line in some other stereospondyls. As for MSNM V2992, two small and rounded domes, surrounded by wrinkles, appear in the central area of the parasphenoid plate (Fig. 13). These interesting anatomical structures were not observed before, although other not previously described structures in the neighbouring of the crista muscularis were recently reported in other capitosaurs, as for example, the short, inconspicuous ridge on the posterior rim of the crista muscularis along the midline of the parasphenoid plate in some individuals of *Xenotosuchus* (Damiani, 2008). The possible function of the domes in MSNM V2992 could be related with muscular attachments, maybe additional area for the attachment of the *m. rectus capiti*. Contrary to the condition present in several capitosaurs (see ch43, Appendix 4), the quadratojugal of MSNM V2992 does not contribute to the upper jaw condyle, the latter being entirely formed by the quadrate. The quadrate is relatively wide and spool-shaped. A relatively large foramen IX-X (for the glossopharyngeal and the vagal nerves) is clearly visible on each exoccipital in both palatal and occipital views.

Fig. 13 - Cast of MSNM V2992 in palatal view: close-up of the parasphenoid plate, showing the two rounded domes (indicated by the arrows). (Photo SM).
Fig. 13 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma palatale: particolare della piastra del parasfenoide, con i due duomi circolari che vi affiorano (indicati dalle frecce). (Foto SM).
Fig. 13 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue palatale: détail de la plaque parasphénoïdienne montrant deux petits dômes arrondis (indiqués par les flêches). (Photo SM).

Occiput (Figs. 7, 14, 15) - The occiput is almost flat dorsally (only gently curved, not really vaulted), and slightly arched ventrally. The dermal bones of the skull roof are moderately thick, but the thickness is less than half of that of *Parotosuchus orenburgensis*, measured above the foramen magnum. The parasphenoid groove is visible and bears no foramina on its inner wall. As mentioned above, the posterior margin of the parasphenoid groove corresponds to the suture between the exoccipital and the parasphenoid, whereas the anterior one corresponds to the suture between the parasphenoid and the pterygoid. The posterior margin of the parasphenoid groove (i.e., the parasphenoid/exoccipital suture) runs dorsally along the processus subtympanicus of the exoccipital, and reaches the dorsal level of the exoccipital condyles, as is the case in *Watsonisuchus gunganj* (Warren, 1980). The suture between the tabular and the exoccipital is located at mid-height of the paroccipital process (processus paroticus *sensu* Bystrow & Efremov, 1940, fig. 12A) formed by the two bones. The anterior margin of the parasphenoid groove runs dorsally along the parapterygoid crest of the parasphenoid (Fig. 15), as is the case in *Watsonisuchus gunganj* (Warren, 1980). This crest is dorsally covered by the proximal head of the stapes. In the depressed area dorsal to the stapes, the bony surface is not well preserved, so that it is difficult to see the exact relations between the squamosal, the tabular, the pterygoid and the exoccipital. On the left side of the occiput, however, the suture between the short, descending portion of the left squamosal and the tall lamina ascendens of the pterygoid can be seen. The contact between the squamosal and the pterygoid close the occipital surface anterior to the inferred columellar cavity. A crest-like, oblique ridge (crista obliqua) is well preserved on the right external side of pterygoid (Fig. 7), dividing the ventral part of the quadrate ramus of the pterygoid from the lamina ascendens. This crest is lower than the hypertrophied one of both adult and juvenile *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b; Warren & Schroeder, 1995) and, as a consequence, fails to cover the contact between the lamina ascendens of the pterygoid and the squamosal in occipital view. The opisthotic is not exposed in the occiput, as is the case in other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000). The paraquadrate foramen (foramen for the chorda tympani) is well exposed on the left quadratojugal, and partly preserved on the right one. The occipital condyles are small (large less than 25 % of the occipital width), rounded, close to each other (distance between their centres is less than 10% of the occipital width), and entirely formed by the exoccipitals, with the convex articular surface separated from the main body of the exoccipital by a collar-shaped relief. Specimen MSNM V2992 does not differ from the other specimens of *Edingerella madagascariensis* in having the occipital condyles situated at the same level (or slightly above) than that of the quadrate condyles. On the contrary, the occipital condyles are situated above this level in *Warrenisuchus* (Warren & Hutchinson, 1988b), and are even more dorsal in *Watsonisuchus* (Warren, 1980; JSS, pers. obs. 2006 on the type of *Watsonisuchus magnus*). The foramen magnum is small (relative to the occiput size), and even smaller compared with that of the early adult and juveniles specimens (see the Comparative ontogeny of *E. madagascariensis* section). The dorsomedial branch of the exoccipital (processus lamellosus *sensu* Bystrow & Efremov, 1940) is modestly developed, and gives to the foramen magnum the shape of a cork of sparkling wine bottle (i.e., roughly T-shaped). On the right squamosal, the crista falciformis (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940) is preserved, showing its contribution to the dorsal convexity of the bone. The posttemporal fenestra (or fenestra subtabularis *sensu* Bystrow & Efremov, 1940) is deep, wide, and even more (dorsoventrally) compressed than in the juvenile MNHN MAE3003 and in the early adult MNHN RHMA02. This fenestra is bordered by the tabular dorsally and lateroventrally, and by the exoccipital in its ventromedial corner, with only a small participation of the postparietal medially. Ventrally and lateroventrally to the posttemporal fenestrae,



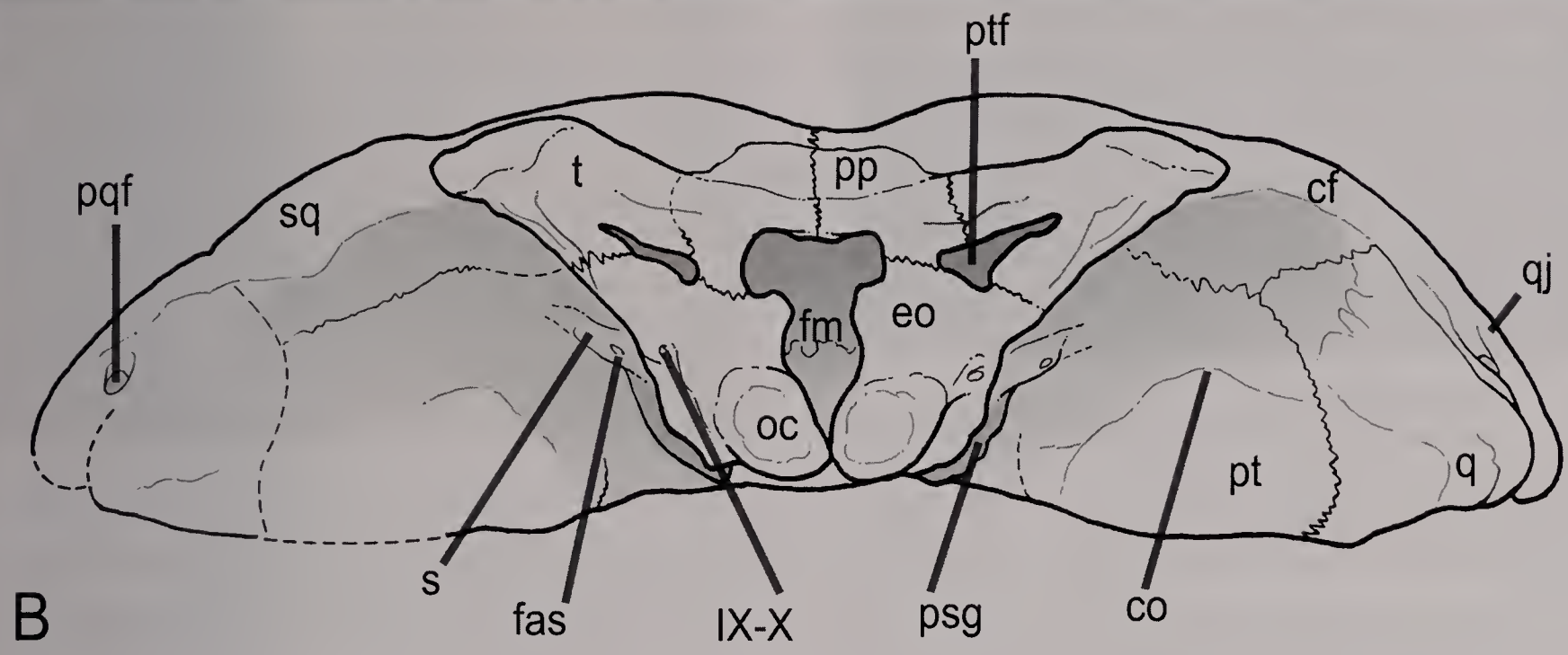


Fig. 14 - Cast (A) and interpretative drawing (B) of MSNM V2992 in occipital view. See anatomical abbreviations on page 8. Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM; drawing MA).
Fig. 14 - Calco (A) e disegno interpretativo (B) dell'esemplare MSNM V2992 in norma occipitale. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. La scala metrica equivale 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM; disegno MA).
Fig. 14 - Moulage (A) et dessin interprétatif (B) du spécimen MSNM V2992 en vue occipitale. Voir page 8 pour les abréviations. Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM; dessin MA).

the crista tabularis externa is well developed along the paroccipital ramus of the tabular (Fig. 15). Just anterior to this crista, a second lower crista is visible: the crista terminalis. The cristae terminalis and tabularis externa are also visible on both juveniles MNHN MAE3005 and MNHN MAE3003 (yet, on the latter specimen, the crista terminalis is misplaced in the figure 1B of Steyer, 2003). Unfortunately, the crista tabularis interna is not accessible in MSNM V2992. As for the stapes, and according to observations made directly on the nodule, a counterpart of this entire bone is visible (which is not the case on the resine specimen, as only the base of each stapes was casted): the stapes is sub-circular in cross section, elongate and robust, as is the case in the juvenile MNHN MAE3003 and in the early adult MNHN RHMA02. It seems to be in anatomical connection within the foramen ovale, therefore masking more details at its base (e.g., it is impossible to see whether the base is bifurcated or not). However, a poorly preserved structure that recalls the shape of the basal portion of the crista obliqua (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940) is visible on the anterodorsal side of the left stapes. Such a crista is also present in the well preserved stapes of *Watsonisuchus gunganj* (Warren, 1980: 32), in which it spans the entire length of the stapedial shaft. On the ventral side of both stapes (but particularly on the left one), a foramen is present but does not perforate the bone completely: the foramen arteriae stapedialis *sensu* Bystrow & Efremov, 1940 or the stapedial foramen *sensu* Damiani, 2001a. This foramen is also visible in MNHN RHMA02, MNHN MAE3005 (in which the right stapes, disconnected from the foramen ovale, slightly rotated), in *Watsonisuchus gunganj* (Damiani 2001a: fig. 8f), and also, for example, in *Parotosuchus haughtoni* (Damiani, 2002). The stapes tends to be only loosely connected to the skull in temnospondyls (Damiani, pers. comm. 2005), so there is always the potential for the stapes to be displaced such that the stapedial foramen shows a different orientation.

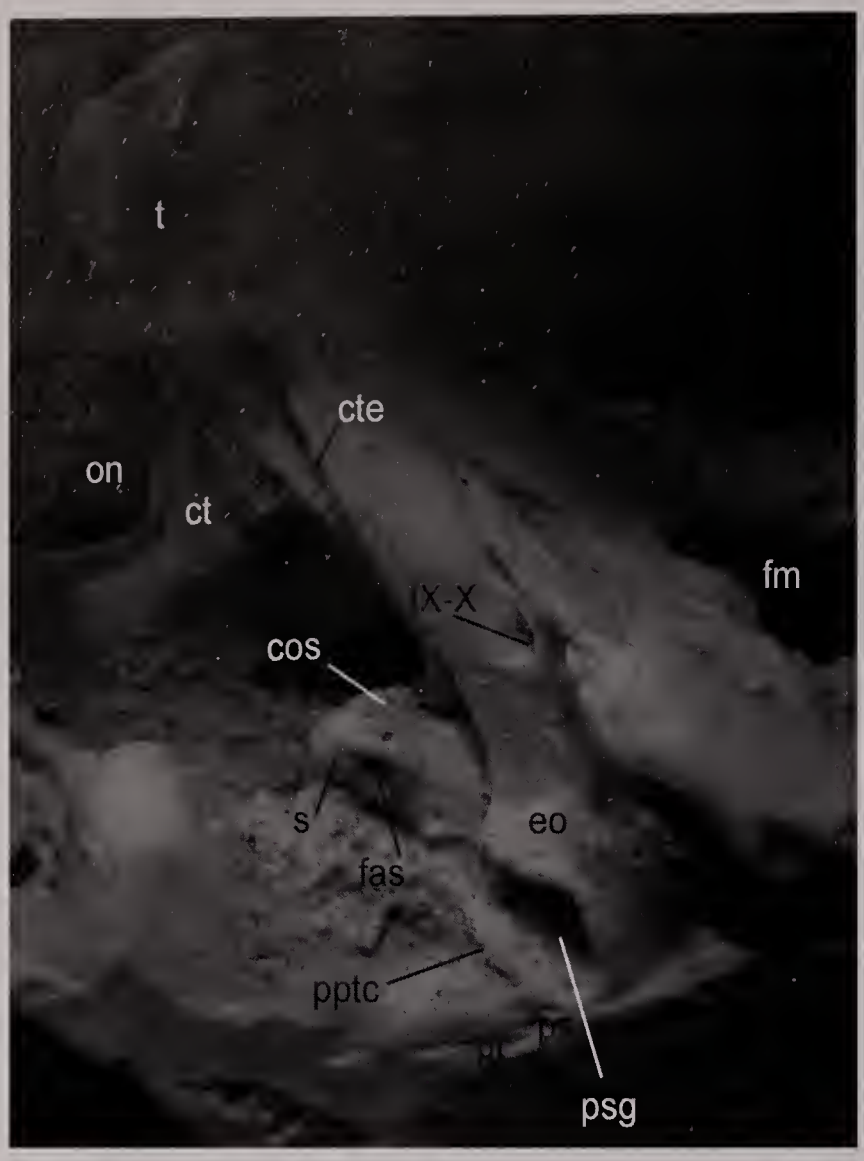


Fig. 15 - Cast of MSNM V2992 in palatoccipital view: close-up of the area around the left parasphenoid groove. See anatomical abbreviations on page 8. (Photo Massimo Demma).
Fig. 15 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma palato-occipitale: particolare dell'area intorno al canale del parasfenoide sinistro. Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. (Foto Massimo Demma).
Fig. 15 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue palato-occipitale: détail de la région autour du sillon parasphénoïdien gauche. Voir page 8 pour les abréviations. (Photo Massimo Demma).

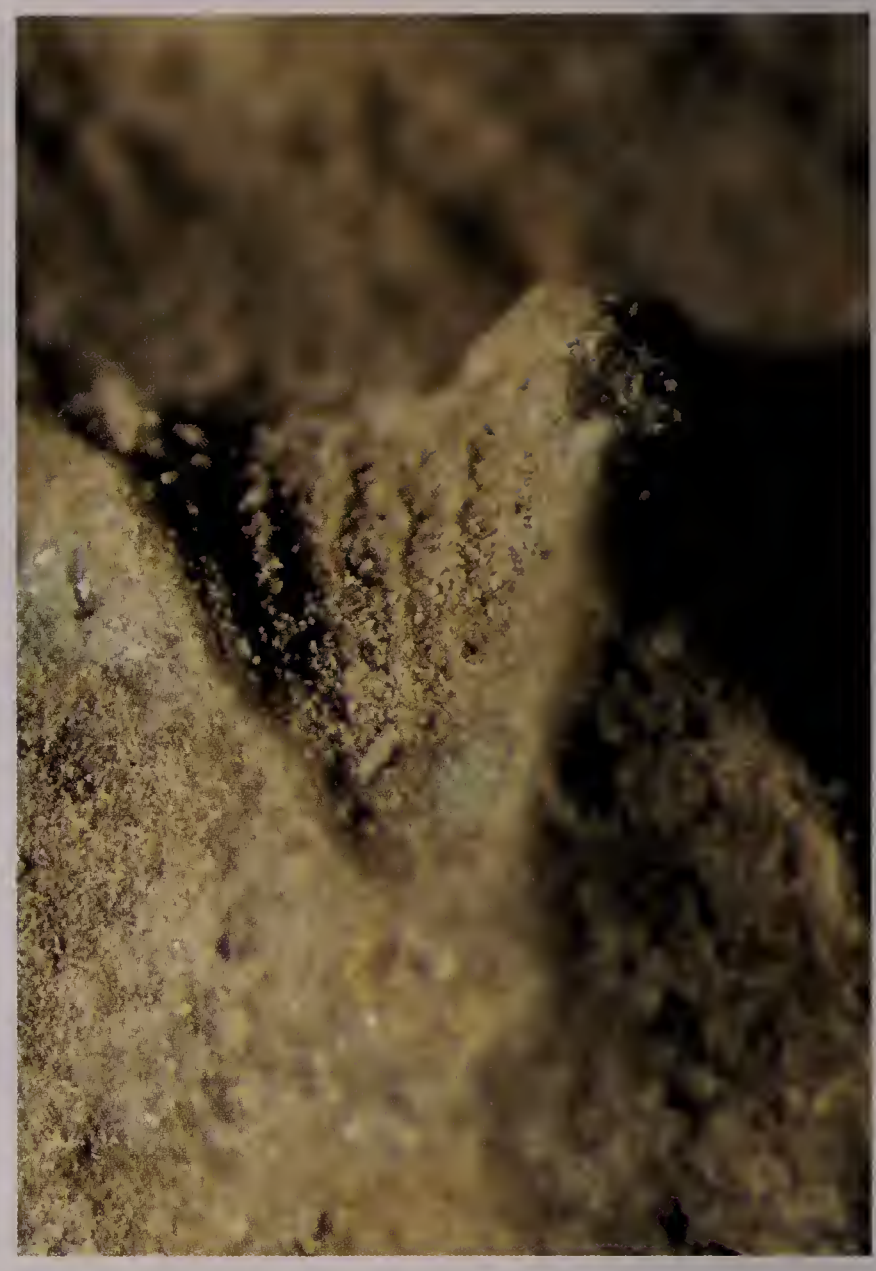
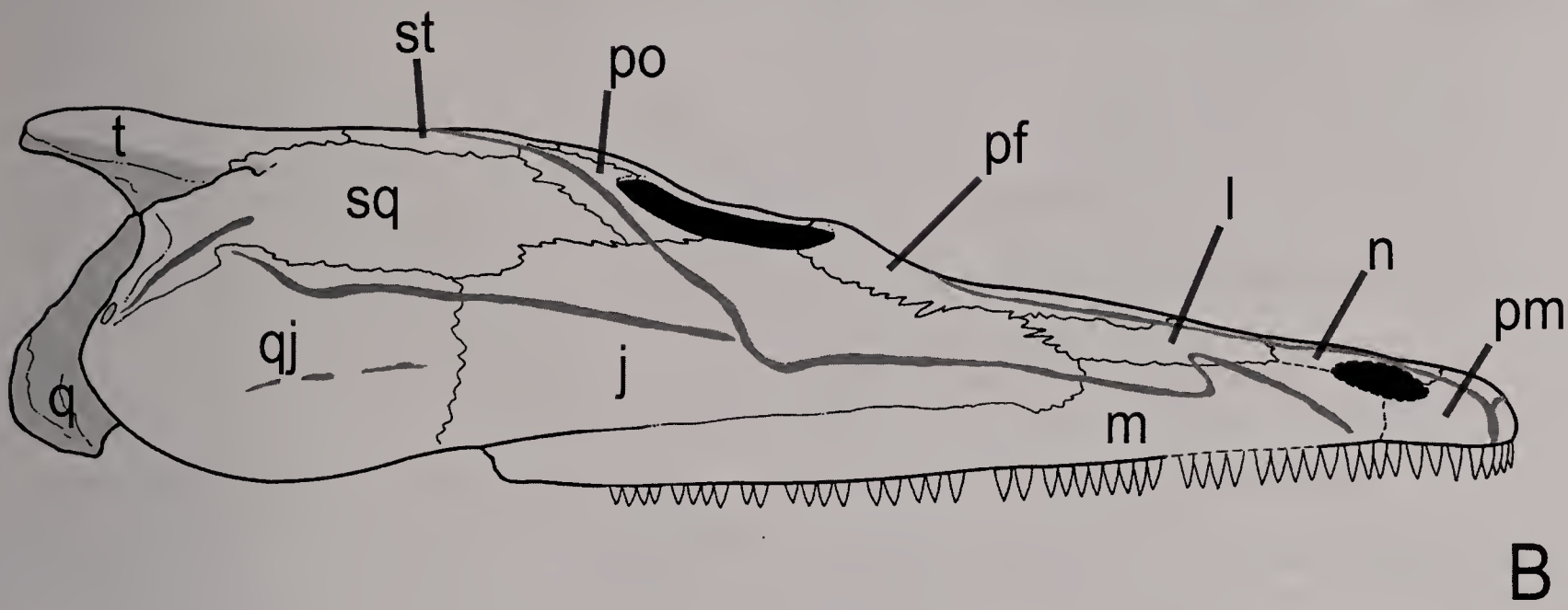


Fig. 16 - The natural mould of a marginal tooth of the specimen MSNM V2992, bearing fine, vertical wrinkles. (Photo SM).
Fig. 16 - Impronta di un dente marginale dell'esemplare MSNM V2992, in cui si notano le fini striature verticali. (Foto SM).
Fig. 16 - Moulage d'une dent marginale du spécimen MSNM V2992, montrant cinq striations verticales. (Photo SM).

Dentition (Figs. 8, 10, 11, 16, 17) - Numerous marginal teeth are preserved, especially those on the premaxillae and the anterior part of the maxillae. They bear fine, vertical wrinkles (Fig. 16). The teeth that are nearly complete appear finely pointed, and measure up to 4.5 mm in height. The cross section at the base is subrectangular, because of strong compression: the major axis of each tooth is up to four times longer than the minor one, and always perpendicular to the labial margin (i.e. not necessarily strongly antero-posteriorly compressed, contra Damiani, 2001a: 455). Marginal teeth strongly compressed in cross section are a distinctive trait of adulthood (Boy, 1990; Steyer, 2003). The marginal teeth are close to each other on the premaxilla, but they become more and more spaced backward, on the maxilla, where the space between two adjacent teeth is often as large as one tooth. However, this pattern of distribution of the marginal teeth along the jaw is not typical of the species, varying among the specimens we observed without a precise scheme (e.g., in the specimens MNHN MAE3002, MSNM V6237, and MNHN RHMA02 the marginal teeth are more spaced in the premaxillae). An anteriorly concave transvomerine denticle row is present in MSNM V2992, as for example in *Wetlugasaurus angustifrons*, *Watsonisuchus gunganj*, and *Warrenisuchus aliciae*. A straight row of vomerine denticles runs medial to each choana, whereas a pair of vomerine tusks is located anterior to this opening. A pair of tusks is present also on the palatine, followed posteriorly by a row of teeth. The palatine teeth are between eight (left side) and eleven (right side), i.e. more than eight, as is the case in other capitosaurs (Yates & Warren, 2000). The ectopterygoid teeth are nearly the same size as the palatine and posterior marginal teeth, whereas the ectopterygoid tusks are smaller than the vomerine and palatine ones. Ectopterygoid tusks are also preserved in specimens MNHN RHMA02, MSNM V6237 and MNHN MAE3002, and in juveniles of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b), but are not really evident in specimen MNHN MAE3005 and are not distinguishable from other ectopterygoid teeth (i.e., absent) in *Watsonisuchus rewanensis*, *Watsonisuchus gunganj* (Warren, 1980), adults of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995), and most of the other capitosaurs (Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a). Neither denticles/teeth nor tusks are present on both pterygoid and parasphenoid, but their surface is partly granular (see above).



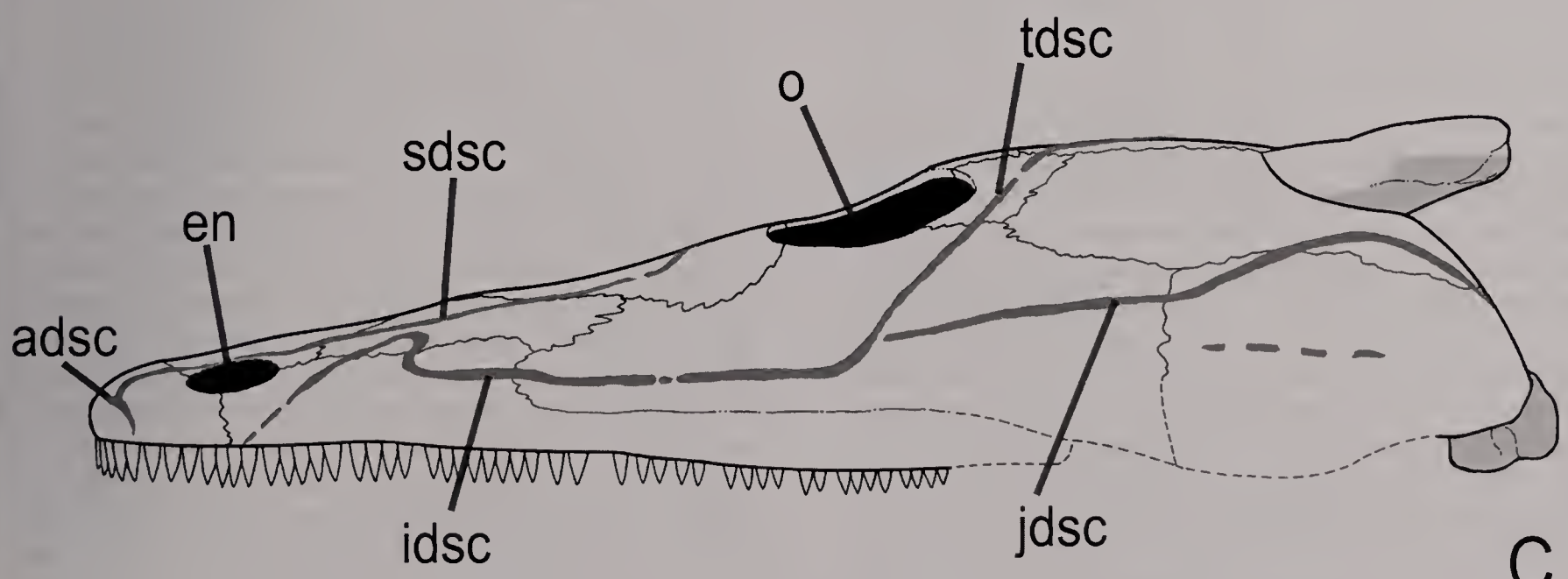


Fig. 17 - Cast of MSNM V2992 in right lateral view (A), and interpretative drawings in right (B) and left (C) lateral views. See anatomical abbreviations on page 8. Scale bar equals 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM; drawings MA).
Fig. 17 - Calco dell'esemplare MSNM V2992 in norma laterale destra (A) e disegni interpretativi in norma laterale destra (B) e sinistra (C). Si veda lista delle abbreviazioni a pagina 8. La scala metrica equivale a 50 mm. (Foto Luciano Spezia, MSNM; disegno MA).
Fig. 17 - Moulage du spécimen MSNM V2992 en vue latérale droite (A), et dessins interprétatifs en vues latérales droite (B) et gauche (C). Voir page 8 pour les abréviations. Echelle 50 mm. (Photo Luciano Spezia, MSNM; dessins MA).

Tab. 1 - Basic cranial measurements in mm of the specimen MSNM V2992 (* indicates estimated values).
Tab. 1 - Misure craniche essenziali, espresse in mm, dell'esemplare MSNM V2992 (* indica valori stimati).
Tab. 1 - Mesures crânienne en mm du spécimen MSNM V2992 (* correspond aux valeurs estimées).

maximum length of the skull	149.3
midline length of the skull	127.2
maximum width of the skull	111.2
prenarial length of the skull	13.2
internarial distance*	29.4
maximum width at the level of the nares	48.7
nares length	13.5
nares width*	7.8
preorbital midline length	74.1
interorbital distance	14.1
orbit-lateral margin of the skull distance	17.8
orbit maximum length	25.4
orbit maximum width	20.3
postorbital midline length	31.3
interpterygoid vacuity length	60.7
interpterygoid vacuity width	25.6
subtemporal fenestra maximum length	40.9
subtemporal fenestra maximum width	28.8
height of the occiput along the midline	26.7

DISCUSSION

Phylogenetic analysis

A phylogenetic analysis of *Edingerella madagascariensis* among stereospondylomorphs was performed in two steps :

A. The assignment of MSNM V2992, MNHN MAE3003 (holotype of *"Benthosuchus" madagascariensis*), and MNHN MAE3002 (holotype of "*Wetlugasaurus milloti*") to the same species *E. madagascariensis* was preliminarly tested, by coding these three specimens separately and by testing their monophyly: as they form an unresolved trichotomy without affecting the global tree topology, they therefore well belong to the same species, *Edingerella madagascariensis* as defined in this paper. Moreover, as these specimens do not show significant variations in this preliminary analysis, they were therefore coded as a single OTU in the second analysis below.

B. Forty-five terminal taxa have been selected (see Appendix 1). They are considered at the species level, except for *Angusaurus* (the species of which being described in Russian) and *Eocyclotosaurus*: for these taxa, we indeed preferred to use the characters of the genus rather than those of the species, as exemplified by Damiani (2001a) or Damiani & Yates (2003). For almost all the species, the type species has been used (except when the referred species is better known, as is the case of *Parotosuchus orenburgensis*, *Stanocephalosaurus pronus*, and *Eryosuchus garjainovi*). Some terminal taxa correspond to the sister taxa of *Edingerella madagascariensis* of previous analyses (e.g., *Watsonisuchus* in Steyer, 2003; lydekkerinids in Damiani, 2001a). This allows us to test these previous assignments of the species *E. madagascariensis*. Non-capitosaurian stereospondyls representing the other main lineages of stereospondyls have also been included (see Appendix 1), because a restrictive taxon sampling may lead to misinterpretate the phylogenetic significance of a character (e. g., a symplesiomorphic or homoplasic, or partly synapomorphic and partly homoplasic character could erroneously turn out to be a unique synapomorphy using a restrictive taxon sampling!), and affects the final tree topology. Characters were compiled from the literature, personal observations, and previous phylogenetic analyses. Sources, eventual modifications, and notes are presented in character description (Appendix 2). We agree with Damiani (2001a) that there are many reasons to reject certain characters used by previous authors (Appendix 3): characters not discussed but only listed, rendering difficult the interpretation; characters resulted inapplicable after our own examination of the taxa concerned; characters based on misinterpreted anatomical features; characters difficult to assess or to quantify because of their high variability; characters obliterated by other anatomical features; or characters resulted as uninformative for the present analysis. Following Damiani (2001a), ratio characters were also used since we also agree with Rae (1998) that omission of numerical characters results in a considerable loss of information. Ratio characters have been expressed qualitatively after having put their values onto histograms to fit the character states with the value distribution. All the characters have the same weight. Multistate characters were considered as unordered, unless they correspond in all likelihood to a transformation series (see Appendix 2). A lacking state of a multistate character (due to the specimen preservation) is coded as uncertain (e.g., '0/1'). The character state polarity is based on the outgroup criterion. After rooting the tree, character state descriptions were re-written in order to refer the state '0' to the plesiomorphic state in the vast

Fig. 18 - Strict consensus tree of five most parsimonious trees (MPTs) generated by PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) based on the data matrix in Appendix 4.
Fig. 18 - Albero "strict consensus" dei cinque alberi più parsimoniosi (MPTs) generati da PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) sulla base della matrice dei dati riportata in Appendice 4.
Fig. 18 - Arbre de consensus strict de cinq arbres les plus parcimonieux (MPTs) obtenus par PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) d'après la matrice de données en Appendice 4.

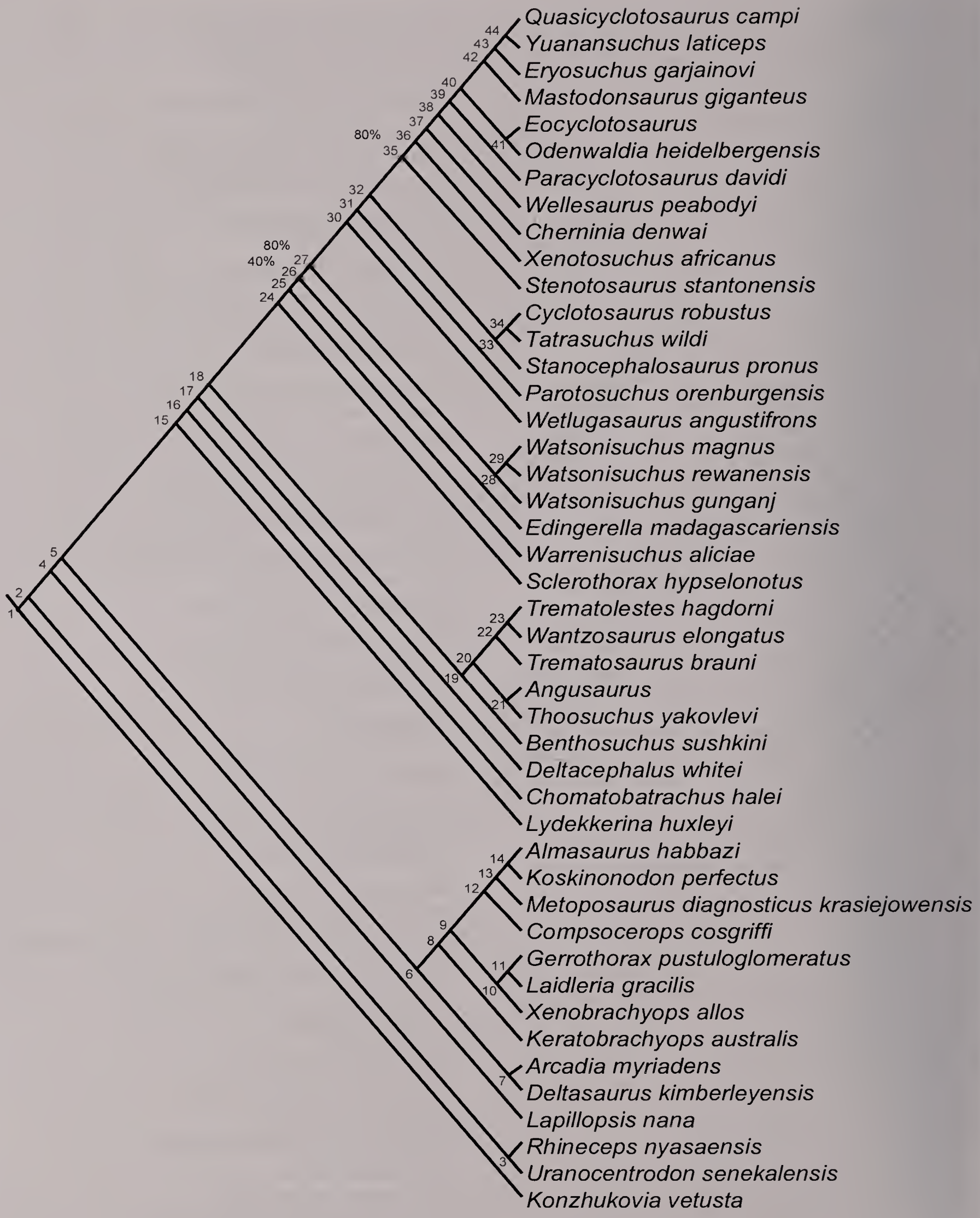


Fig. 19 - Majority-rule consensus tree of five most parsimonious trees (MPTs) generated by PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) based on the data matrix in Appendix 4. The topology of this consensus tree is identical to that of the MPT number 2. Percentages at nodes are indicated only for groups appearing on less than 100% of the MPTs. Numbers indicate nodes discussed in text.

Fig. 19 - Albero di consenso "majority-rule" dei cinque alberi più parsimoniosi (MPTs) generati da PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) sulla base della matrice dei dati riportata in Appendice 4. La topologia di questo albero di consenso è identica a quella del MPT numero 2. Le percentuali ai nodi sono indicate solo per quei gruppi che non appaiono nel 100% dei MPTs. I numeri indicano i nodi discussi nel testo.

Fig. 19 - Arbre de consensus par « Majority-rule » de cinq arbres les plus parcimonieux (MPTs) obtenus par PAUP 4.0.b10 (Swofford, 2002) et d'après la matrice de données de l'Appendice 4. La topologie de cet arbre est identique à celle de l'arbre nommé « MPT-2 ». Les pourcentages aux nœuds sont seulement donnés pour les taxons apparaissant sur moins de 100% des MPTs. Les numéros indiquent les nœuds discutés dans le texte.

majority of the taxa. Three outgroups were used to root the tree (Nixon & Carpenter, 1993; Bryant, 1997) under the outroot option of PAUP: they are the archegosaurid *Konzhukovia vetusta* (Gubin, 1991, 1997) and the rhinesuchids *Uranocentrodon senekalensis* and *Rhineceps nyasaensis* (Watson, 1962). These taxa are indeed and often considered as outgroups in stereospondyl analyses (e.g., Milner, 1990; Yates & Warren, 2000). After several research cycles following carefully the three steps methodology proposed by Jenner (2004), a data matrix of 86 cranial and mandibular characters (Appendix 4) in 45 terminal taxa (Appendix 1), compiled in NDE (Page, 2001), was analyzed using the heuristic search of the most parsimonious tree (MPT) of PAUP 4.0b10 (Swofford, 2002).

The analysis generated 5 MPTs (L=474 steps, CI=0.2468, RI=0.6153, and RC=0.1519).

As reported by Damiani (2001a), a low CI value indicates that the stereospondyl evolutionary history depicts by a phylogeny is characterized by a high amount of homoplasy (convergence, parallelism, reversal). A low CI value is also a direct consequence of taking into account a large number of not strictly related taxa, that increases the possibility to unveil homoplasy but helps to interpret correctly the relevant phylogenetic significance of a partly synapomorphic characters.

The strict consensus of the 5 MPTs is illustrated in Fig. 18. The 5 MPTs are topologically very similar, so that the strict consensus tree shows two unresolved politomies only; one at the level of the clade directly related to *Stenotosaurus stantonensis*, and the other one at the level of the taxa (or taxon) directly related to the clade composed by *Wetlugasaurus angustifrons* and *Watsonisuchus rewanensis* and all their descendants. The discussion below is based on MPT number 2 (Fig. 19), whose topology is congruent with that of the majority-rule consensus tree.

The 'tree description' option of PAUP was used to obtain the reconstructed states for internal nodes, the character change list, and the apomorphy list that are given below.

Character transformation was optimized under both accelerated transformation (ACCTRAN) and delayed transformation (DELTRAN) options of PAUP. Character state changes that shift from one node to another under different optimisation regimes are listed as 'ambiguous apomorphies' while those that are tied to one node despite differing the optimisation are listed as 'unambiguous apomorphies', according to the terminology of Holtz (1994) and Chiappe *et al.*, (1996), followed by Yates & Warren (2000). According to those authors, the terms 'ambiguous' and 'unambiguous' are not meant to imply the presence or absence of homoplasy in the distribution of that character state. This means that an unambiguous synapomorphy may be reversed deeper into the clade or appear convergently in another clade. Ambiguity may be caused by missing data or incongruence in the data.

As this section is primarily concerned with the phylogenetic affinities of the capitosaur *Edingerella madagascariensis*, we adopted formal names and definitions for the clades within the Stereospondylomorpha already provided by Yates & Warren (2000), Damiani (2001a), and Damiani & Yates (2003). To avoid proliferation of taxon names, formal names and definitions are therefore not provided for groups not defined in those papers such as the short-faced stereospondyls, the content and the interrelationships of which have yet to be elucidated and corroborated by further studies. The clade notation used below, "taxon X + taxon Y", refers to the least inclusive clade in the MPT2/majority-rule consensus tree (Fig. 19) comprising the two given taxa, and does not imply that these taxa share a direct sister-taxon relationship. Node numbers are indicated in Fig. 19.

Node 1

Included taxa: *Konzhukovia vetusta* + *Mastodonsaurus giganteus*

Remarks: The archegosaur *Konzhukovia vetusta* is the most basal outgroup, as in Yates & Warren (2000) or Damiani & Yates (2003) who consider this taxon as a stem-stereospondyl stereospondylomorph.

Konzhukovia vetusta

Unambiguous autapomorphies: none.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8; 3 (0 → 1), skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 20 (0 → 1), postorbital in adults unexpanded; 52 (0 → 2), anterior palatal vacuity double; 55 (0 → 1), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities broad (width / length 0.9< <1.5); 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla; 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8; 3 (0 → 1) skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 20 (0 → 1), postorbital in adults unexpanded; 52 (0 → 2), anterior palatal vacuity double; 55 (0 → 1), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities broad (width / length 0.9< <1.5); 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla; 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table.

Node 2

Stereospondyli

Included taxa: *Uranocentrodon senekalensis* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: none.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 34 (0 → 1), length of the posterior skull table respect to its width between 66% and 50%.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 34 (0 → 1), length of the posterior skull table respect to its width between 66% and 50%; 53 (0 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more.

Remarks: this node is obviously not well supported in our analysis, most of the reconstructed states for this node corresponding to the plesiomorphic states. The rhinesuchids *Uranocentrodon senekalensis* and *Rhineceps nyasaensis*, however, form a monophyletic group (node 3, Fig. 19) and are basal stereospondyls (i.e., neither capitosaurian nor trematosaurian stereospondyls). This position of the rhinesuchids is rather consistent with Yates & Warren (2000), Damiani (2001a), Damiani & Yates (2003), and Pawley & Warren (2005).

Node 3
Rhinesuchidae
Included taxa: *Uranocentrodon senekalensis* + *Rhineceps nyasaensis*

Unambiguous synapomorphies: 39 (0 → 1), presence of the crista falciformis on the squamosal; 51 (1 → 0), vomerine parachoanal tooth row present for most of the length of the choana.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 48 (1 → 0), presence of a field of denticles on vomer.

Uranocentrodon senekalensis

Unambiguous autapomorphies: none.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Rhineceps nyasaensis

Unambiguous autapomorphies: 7 (0 → 1), interpremaxillary - intermaxillary foramen present; 10 (0 → 1), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, and it is longer than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit); 82 (0 → 1), hamate process of the prearticular developed.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 48 (1 → 0), presence of a field of denticles on vomer.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 4
Included taxa: *Lapillopsis nana* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 1 (0 → 1), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of uniformly small pits enclosed by a network of ridges; 5 (0 → 1), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults equal or less than 50% of total skull length; 19 (0 → 1), parietal length in adults similar to frontal (90-110%); 30 (0 → 1), supratemporal in adults excluded from margin of the otic notch; 33 (0 → 1), posterolateral skull corners in dorsal/palatal view located at level or anterior to distal end of tabulars; 37 (0 → 1), occipital condyles situated at level of or just anterior to the quadrate condyles; 58 (0 → 1), palatine contributes to the margin of interpterygoid vacuity (ectopteryogid excluded); 62 (0 → 1), pterygoid not extended anteriorly for most of the palatine length.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 52 (0 → 1), anterior palatal vacuity single; 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 36 (0 → 1), occipital condyle double, with no basioccipital contribution; 51 (1 → 2), vomerine parachoanal tooth row absent; 52 (0 → 1), anterior palatal vacuity single; 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Remarks: the lapillopsid *Lapillopsis nana* is a basal stereospondyl in our analysis. In Yates (1999) and Yates & Warren (2000), *Lapillopsis nana* (with other lapillopsids) is regarded as more basal than the rhinesuchids.

Lapillopsis nana

Unambiguous autapomorphies: 8 (0 → 1), external nares shape elongate (width < 55% length); 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 17 (0 → 1), frontal reaching the orbit; 26 (0 → 2), supraorbital sensory canal reduced or absent; 32 (0 → 1), presence of postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal; 40 (0 → 1), contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid (in adults) absent, creating a palatoquadrate fissure; 49 (0 → 1), absence of a transvomerine tooth row; 56 (0 → 1), palatine, vomerine tusks only slightly larger or equal (respect to the maxillary teeth, where the palatal row is absent); 58 (1 → 2), palatine and ectopterygoid contribute to the margin of interpterygoid vacuity; 60 (0 → 1), palatal tooth row absent; 74 (0 → 1), denticle field on pterygoid and parasphenoid absent; 86 (0 → 1), chorda tympanic foramen present, located in the prearticular alone.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8; 51 (1 → 2), vomerine parachoanal tooth row absent.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8.

Node 5
Included taxa: *Koskinonodon perfectus* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 24 (0 → 1), infraorbital sensory canal present, nearly straight or with sinusoidal flexure at the level of the lacrimal (when the lacrimal is present); 31 (0 → 1), otic notch reduced to an embayment (width nearly equal length or exceeds length); 54 (2 → 0), anterior palatal vacuity(ies) located mostly posterior to the premaxilla/vomer suture.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 36 (0 → 1), occipital condyle double, with no basioccipital contribution.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 6
Short-faced stereospondyls
Included taxa: *Deltasaurus kimberleyensis* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 15 (0 → 1), lacrimal absent; 20 (0 → 1), postorbital in adults unexpanded; 61 (0 → 1), strut of bone separating the interpterygoid vacuity from the subtemporal fossa invaded by the ectopterygoid; 64 (0 → 2), absence of the oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid; 71 (0 → 2), crista muscularis of parasphenoid in adults absent; 76 (0 → 1), parasymphyseal teeth (or tusks) present.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 13 (0 → 1), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level > 45%; 41 (0 → 1), stapedial foramen absent; 45 (0 → 1), maxilla making point contact, at most, with the quadratojugal; 81 (0 → 1), prearticular not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

Remarks: a well supported clade of brevi- to semirostral stereopondyls including rhytidosteids, brachyopids, plagiosauroids, chigutisaurids, and metoposaurids is nested lower than *Lydekkerina huxleyi* + the capitosaur-trematosaur dichotomy. Despite our phylogeny supports the short-faced stereospondyls in a lower and higher position respect to *Lydekkerina* and *Nanolania*, respectively, looking at character distribution it is possible to hypothesise that the addition of several basal short-faced stereospondyls (e.g., many rhytidosteids) would eventually lead to a reposition of the lydekkerinids and *Nanolania* at the base of the radiation of short-faced stereospondyls. This hypothesis would be consistent with the hypothesis of Shishkin *et al.* (1996), who regarded the lydekkerinids to have evolved from "rhinesuchid-like" ancestors by gradual truncation of ontogeny resulting in paedomorphosis, and would suggest, for example, that the long preorbital portion of the skull visible in the Capitosauria + Trematо-

sauria was directly inherited from the "rhinesuchid-like" ancestor.

Schoch *et al.* (2007) also proposed a brevi- to semirostral clade (comprising also *Gerrothorax pustuloglomeratus*, *Laidleria gracilis*, and *Siderops kehli*) nested lower than the capitosaur- trematosaur dichotomy but higher than *Lydekkerina huxleyi*. A similar clade, including the Metoposauroidea, Plagiosauroidea, Rhytidosteidae, and the Brachyopoidea, was also found by Yates & Warren (2000) but was nested within the Trematosauria. The aim of this paper is not to solve the relationships among these short-faced streospondyls, but some remarks are given below.

Node 7
Rhytidosteidae
Included taxa: *Deltasaurus kimberleyensis* + *Arcadia myriadens*

Unambiguous synapomorphies: 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 23 (0 → 1),
lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 25 (0 → 1), occipital sensory canal present; 40 (0 → 1), contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid (in adults) absent, creating a palatoquadrate fissure; 47 (0 → 2), choana elongate (width < 42% length) and relatively large (length > 24% of the length of the interpterygoid vacuity); 48 (1 → 0), presence of a field of denticles on vomer; 49 (0 → 1), absence of a transvomerine tooth row.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 13 (0 → 1), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level > 45%.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 82 (0 → 1), hamate process of the prearticular developed; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.

Remarks: the basalmost brevirostral stereospondyls of our analysis are the Rhytidosteidae, which form a very well supported clade including *Arcadia myriadens* and *Deltasaurus kimberleyensis*. Other rhytidosteids are not included in our analysis pending a systematic revision of the taxon (Maganuco *et al.*, in prep., including a redescription of the Malagasy material). The Rhytidosteidae are in a more advanced position than the Plagiosauroidea in the trematosaurian group of Yates & Warren (2000), whereas are generally recognized as basal stereospondyls closely related to the lydekkerinids by a number of authors (e.g., Schoch & Milner, 2000; Damiani & Yates, 2003; Marsicano & Warren, 1998).

Deltasaurus kimberleyensis

Unambiguous autapomorphies: 2 (0 → 2), skull greatest width / midline length, in adults > 1.2; 10 (0 → 2), anterior projection of the jugal does not surpass the anterior margin of the orbit; 19 (1 → 2), parietal length in adults longer than frontal (> 110%); 27 (0 → 1), tabular horns reduced to a broad based triangle or absent; 31 (1 → 2), otic notch absent; 60 (0 → 1), palatal tooth row absent; 69 (2 → 0), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla; 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 51 (1 → 2), vomerine parachoanal tooth row absent; 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table; 82 (0 → 1), hamate process of the prearticular developed; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 70 (1 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table; 81 (1 → 0), prearticular extending at least as far as the level of the mid point of the middle coronoid.

Arcadia myriadens

Unambiguous autapomorphies: 32 (0 → 1), presence of postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal; 37 (1 → 0), occipital condyles situated well anterior to the quadrate condyles; 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 51 (1 → 0), vomerine parachoanal tooth row present for most of the length of the choana; 58 (1 → 2), palatine and ectopterygoid contribute to the margin of interpterygoid vacuity; 75 (0 → 1), marginal teeth strongly labiolingually expanded.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 81 (0 → 1), prearticular not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 8
Included taxa: *Keratobrachyops australis* + *Koskinonodon perfectus*

Unambiguous synapomorphies: 1 (1 → 0), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of ridges enclosing depressions, which become elongated in areas of skull elongation; 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles; 63 (0 → 2), quadrate ramus of the pterygoid not twisted and strongly downturned, creating a vaulted palate; 86 (0 → 1), chorda tympanic foramen present, located in the prearticular alone.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 51 (1 → 2), vomerine parachoanal tooth row absent; 81 (0 → 1), prearticular not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth.

Remarks: as in Yates & Warren (2000), in our analysis *Keratobrachyops australis* (a basal chigutisaurid according to Warren & Marsicano, 2000) is more basal than the common ancestor of chigutisaurids, here represented by *Compsocerops cosgriffi*, and brachyopids here represented by *Xenobrachyops allos*. In Yates & Warren (2000), however, a monophyletic Brachyopoidea is formed by *Keratobrachyops* plus the sister taxa Brachyopidae and Chigutisauridae, whereas in our analysis the chigutisaurid *Compsocerops cosgriffi* is sister taxon of the Metoposauridae, and the Plagiosauroidea and the brachyopid *Xenobrachyops allos* are grouped together. Thus, the taxon Brachyopoidea as defined by Yates & Warren (2000) applied to our nodes would include all our short-faced stereospondyls but the rhytidosteids. Brachyopids and chigutisaurids are part of a monophyletic Brachyopoidea in the detailed analysis of the taxon in Warren & Marsicano (2000): that analysis, however, is not useful to clarify their relationships with the Plagiosauroidea and the Metoposauridae, those taxa being not included there.

Keratobrachyops australis

Unambiguous autapomorphies: 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 60 (0 → 1), palatal tooth row absent.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 13 (1 → 0), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level < 45%.

Node 9
Included taxa: *Gerrothorax pustuloglomeratus* + *Koskinonodon perfectus*
Unambiguous synapomorphies: 45 (0 → 1), maxilla making point contact, at most, with the quadratojugal.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 54 (0 → 1), anterior palatal vacuity(ies) located between the premaxilla/vomer suture; 58 (1 → 2), palatine and ectopterygoid contribute to the margin of interpterygoid vacuity; 74 (0 → 1), denticle field on pterygoid and parasphenoid absent.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 2 (0 → 2), skull greatest width / midline length, in adults > 1.2; 28 (0 → 1), tabular horns partially supported from below by muscular ridges; 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults.

Node 10
Included taxa: *Gerrothorax pustuloglomeratus* + *Xenobrachyops allos*
Unambiguous synapomorphies: 10 (0 → 2), anterior projection of the jugal does not surpass the anterior margin of the orbit; 27 (0 → 1), tabular horns reduced to a broad based triangle or absent; 31 (1 → 2), otic notch absent; 35 (0 → 1), posttemporal fenestrae reduced to small foramina or entirely closed.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 77 (0 → 1), coronoid teeth present.

Xenobrachyops allos
Unambiguous autapomorphies: 9 (0 → 1), longer axis of the external nares parallel to the midline of the skull roof; 49 (0 → 1), absence of a transvomerine tooth row; 69 (2 → 0), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla; 86 (1 → 2), chorda tympanic foramen absent.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 2), skull greatest width / midline length, in adults > 1.2; 13 (0 → 1), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level > 45%.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 59 (1 → 0), presence of ectopterygoid tusks in adults.

Node 11
Plagiosauroidea
Included taxa: *Gerrothorax pustuloglomeratus* + *Laidleria gracilis*
Unambiguous synapomorphies: 17 (0 → 1), frontal reaching the orbit; 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 42 (0 → 1), presence of a sulcus on the quadratojugal, lateral to the quadrate condyles, so that the quadratojugal forms an overhang in occipital view; 63 (2 → 1), quadrate ramus of the pterygoid not twisted, forming a near horizontal plane, continuous with the plane of the corpus and the palatine ramus; 75 (0 → 1), marginal teeth strongly labiolingually expanded.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 1 (0 → 1), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of uniformly small pits enclosed by a network of ridges; 13 (1 → 0), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level < 45%; 52 (1 → 0), anterior palatal vacuity absent.

Remarks: our Plagiosauroidea is composed by *Laidleria gracilis* and the plagiosaur *Gerrothorax pustuloglomeratus*: this is consistent with the monophyletic Plagiosauroidea of Yates & Warren, 2000, defined as *Laidleria* + Plagiosauridae. The plagiosaur *Gerrothorax pustuloglomeratus* is in a more basal position than *Laidleria gracilis* and the chigutisaurid *Siderops kehli*, in the brevi-rostral clade of Schoch *et al.* (2007).

Laidleria gracilis
Unambiguous autapomorphies: 3 (0 → 1), skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 4 (0 → 1), prenarial snout length equals or exceeds internarial distance (but less than three times); 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 40 (0 → 1), contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid (in adults) absent, creating a palatoquadrate fissure.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 1 (0 → 1), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of uniformly small pits enclosed by a network of ridges; 41 (0 → 1), stapedial foramen absent; 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 2 (2 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2.

Gerrothorax pustuloglomeratus
Unambiguous autapomorphies: 15 (1 → 0), lacrimal present; 20 (1 → 0), postorbital in adults moderately 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit; 25 (0 → 1), occipital sensory canal present; 34 (1 → 2), length of the posterior skull table respect to its width < 46%; 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 51 (2 → 0), vomerine parachoanal tooth row present for most of the length of the choana; 68 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally); 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid; 74 (1 → 0), denticle field on pterygoid and parasphenoid present.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 1 (0 → 2), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of regularly spaced pustules; 2 (0 → 2), skull greatest width / midline length, in adults > 1.2; 52 (1 → 0), anterior palatal vacuity absent; 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults; 77 (0 → 1), coronoid teeth present.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 1 (1 → 2), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of regularly spaced pustules; 41 (1 → 0), stapedial foramen present; 44 (1 → 0), maxillary teeth of same size as dentary teeth.

Node 12
Included taxa: *Compsocerops cosgriffi* + *Koskinonodon perfectus*
Unambiguous synapomorphies: 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid; 78 (0 → 1), coronoid denticles absent; 85 (0 → 1), glenoid fossa below level of dorsal surface of dentary.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 13 (0 → 1), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level > 45%; 28 (0 → 1), tabular horns partially supported from below by muscular ridges; 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth; 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Compsocerops cosgriffi
Unambiguous autapomorphies: 20 (1 → 0), postorbital in adults moderately 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit; 21 (0 → 1), postorbital-prepineal growth zone present; 56 (0 → 1), palatine, vomerine tusks only slightly larger or equal (respect to the maxillary teeth, where the palatal row is absent); 76 (1 → 0), parasymphyseal teeth (or tusks) absent; 81 (1 → 0), prearticular extending at least as far as the level of the mid point of the middle coronoid.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 2), skull greatest width / midline length, in adults > 1.2.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 13
Metoposauroidea
Included taxa: *Metoposaurus diagnosticus krasejowensis* + *Koskinonodon perfectus*

Unambiguous synapomorphies: 15 (1 → 0), lacrimal present; 26 (0 → 1), supraorbital sensory canal developed, enters lacrimal (crosses the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent); 34 (1 → 3), length of the posterior skull table respect to its width > 90%; 39 (0 → 1), presence of the crista falciformis on the squamosal; 51 (2 → 0), vomerine parachoanal tooth row present for most of the length of the choana; 52 (1 → 2), anterior palatal vacuity double; 55 (0 → 1), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities broad (width / length 0.9< <1.5); 83 (0 → 1), posterior Meckelian foramen as long as half or long more than half the length of the adductor fossa.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 2 (2 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2.

Remarks: in our analysis *Almasaurus habbazi*, *Koskinonodon perfectus*, and *Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis* form a monophyletic Metoposauridae. However, as mentioned, our Metoposauridae is the sister taxon of the Chigutisauridae, whereas it is nested within a trematosaurian clade in Yates & Warren (2000), Schoch & Milner (2000), Damiani & Yates (2003), Schoch *et al.* (2007), and Steyer (2002).

Metoposaurus diagnosticus krasejowensis

Unambiguous autapomorphies: 9 (0 → 1), longer axis of the external nares parallel to the midline of the skull roof; 42 (0 → 1), presence of a sulcus on the quadratojugal, lateral to the quadrate condyles, so that the quadratojugal forms an overhang in occipital view; 54 (1 → 2), anterior palatal vacuity(ies) located mostly anterior to the premaxilla/vomer suture; 64 (2 → 1), oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid tall, crest-like; 75 (0 → 1), marginal teeth strongly labiolingually expanded; 82 (0 → 1), hamate process of the prearticular developed; 86 (1 → 0), chorda tympanic foramen present, located on the suture between the articular and the prearticular.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 41 (0 → 1), stapedial foramen absent; 53 (0 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 14
Included taxa: *Koskinonodon perfectus* + *Almasaurus habbazi*

Unambiguous synapomorphies: 18 (0 → 1), frontal width at the level of the centre of the orbit much narrower than postfrontal; 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 63 (2 → 1), quadrate ramus of the pterygoid not twisted, forming a near horizontal plane, continuous with the plane of the corpus and the palatine ramus.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 10 (0 → 2), anterior projection of the jugal does not surpass the anterior margin of the orbit; 80 (0 → 1), crista medialis on the postglenoid area well developed.

Koskinonodon perfectus

Unambiguous autapomorphies: 25 (0 → 1), occipital sensory canal present; 47 (0 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity); 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid; 71 (2 → 0), crista muscularis of parasphenoid in adults not confluent in midline; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 41 (0 → 1), stapedial foramen absent; 53 (0 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Almasaurus habbazi

Unambiguous autapomorphies: 1 (0 → 1), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of uniformly small pits enclosed by a network of ridges; 3 (0 → 1), skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 21 (0 → 1), postorbital-prepineal growth zone present; 33 (1 → 0), posterolateral skull corners in dorsal/palatal view located posterior to distal end of tabulars; 50 (0 → 2), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) angular (V-shaped); 63 (1 → 0), quadrate ramus of the pterygoid twisted from the plane of the corpus and the palatine ramus, to form a subvertical plate; 68 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally); 69 (2 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla; 77 (0 → 1), coronoid teeth present; 85 (1 → 0), glenoid fossa above level of dorsal surface of dentary.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 10 (0 → 2), anterior projection of the jugal does not surpass the anterior margin of the orbit; 80 (0 → 1), crista medialis on the postglenoid area well developed.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 41 (1 → 0), stapedial foramen present; 53 (1 → 0), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity.

Node 15
Included taxa: *Lydekkerina huxleyi* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 50 (0 → 1), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) curved (concave anteriorly); 51 (1 → 0), vomerine parachoanal tooth row present for most of the length of the choana; 57 (0 → 1), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid shorter than 40% of the ectopterygoid length.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: in our analysis, the lydekkerinids *Lydekkerina huxleyi*, *Chomatobatrachus halei*, and *Deltacephalus whitei* do not form a monophyletic Lydekkerinidae, rather they form successive sister-taxa to the remaining stereospondyls (Capitosauria + Trematosauria). These taxa are not considered a monophylum even in Schoch & Milner (2000), where *Lydekkerina* is the basalmost of the three and *Chomatobatrachus* the more advanced, closely related to the rhytidosteoids. Similarly to our analysis, the lydekkerinids occupy a basal position within the stereospondyls also in Damiani (2001a) and in Pawley & Warren (2005), yet being included in a monophyletic Lydekkerinidae. Our basal arrangement of the lydekkerinids is also congruent with Schoch *et al.* (2007), where, however, only *Lydekkerina* is present in the analysis, and

with Damiani & Yates (2003), for whom the Lydekkerinidae are basal stereospondyls (sister taxa of the clade (Rhytidosteidae+*Luzocephalus blomi*)). This result slightly differs from Yates & Warren (2000) for whom *Lydekkerina huxleyi* is a basal capitosaur.

Lydekkerina huxleyi

Unambiguous autapomorphies: 32 (0 → 1), presence of postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal; 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 48 (1 → 0), presence of a field of denticles on vomer.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 16

Included taxa: *Chomatobatrachus halei* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 59 (0 → 1), absence of ectopterygoid tusks in adults; 69 (2 → 0), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: nonc.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 28 (0 → 1), tabular horns partially supported from below by muscular ridges.

Chomatobatrachus halei

Unambiguous autapomorphies: 20 (0 → 1), postorbital in adults unexpanded; 26 (0 → 1), supraorbital sensory canal developed, enters lacrimal (crosses the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent); 37 (1 → 0), occipital condyles situated well anterior to the quadrate condyles; 61 (0 → 1), strut of bone separating the interpterygoid vacuity from the subtemporal fossa invaded by the ectopterygoid.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 17

Included taxa: *Deltacephalus whitei* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 1 (1 → 0), ornamentation of the dorsal skull roof consisting of ridges enclosing depressions, which become elongated in areas of skull elongation; 19 (1 → 0), parietal length in adults shorter than frontal (< 90%).

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 28 (0 → 1), tabular horns partially supported from below by muscular ridges.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 77 (0 → 1), coronoid teeth present; 78 (0 → 1), coronoid denticles absent; 81 (0 → 1), prearticular not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

Deltacephalus whitei

Unambiguous autapomorphies: 32 (0 → 1), presence of postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal; 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 18

Trematosauria + Capitosauria

Included taxa: *Trematosaurus brauni* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 8 (0 → 1), external nares shape elongate (width < 55% length).

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 77 (0 → 1), coronoid teeth present; 78 (0 → 1), coronoid denticles absent; 81 (0 → 1), prearticular not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8; 39 (0 → 1), presence of the crista falciformis on the squamosal.

Remarks: although weakly supported, the capitosaur-trematosaur dichotomy is present in all the MPTs and was always found in all set of tests of inclusion and exclusion of taxa and/or characters we made. This dichotomy is also congruent with most of the previous analyses (Yates & Warren, 2000; Schoch & Milner, 2000; Damiani, 2001a; Damiani & Yates, 2003; Pawley &Warren, 2005; Schoch *et al.*, 2007). It is interesting to note that this node could be named Mastodonsauroidea in the present phylogeny, applying the definition of that taxon given by Damiani (2001a), i.e., the last common ancestor of *Benthosuchus*, *Mastodonsaurus*, and *Eocyclotosaurus*, and all its descendants.

Node 19

Trematosauria

Included taxa: *Benthosuchus sushkini* + *Trematosaurus brauni*

Unambiguous synapomorphies: 3 (0 → 1), skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 4 (0 → 1), prenarial snout length equals or exceeds internarial distance (but less than three times); 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 9 (0 → 1), longer axis of the external nares parallel to the midline of the skull roof; 21 (0 → 1), postorbital-prepineal growth zone present; 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 25 (0 → 1), occipital sensory canal present; 26 (0 → 1), supraorbital sensory canal developed, enters lacrimal (crosses the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent); 45 (0 → 1), maxilla making point contact, at most, with the quadratojugal; 50 (1 → 2), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) angular (V-shaped); 55 (0 → 2), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities elongate (width / length <0.9); 68 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally).

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 47 (0 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity).

Remarks: concerning the trematosaurs, we follow Yates & Warren (2000) redefining the Trematosauria Romer, 1947 as all stereospondyls sharing a more recent common ancestor with *Trematosaurus* than with *Parotosuchus*. Our trematosaurians therefore gather a strongly supported clade formed by *Benthosuchus sushkini* plus the Trematosauroidea (*sensu* Yates & Warren 2000, i.e., the last common ancestor of *Thoosuchus* and *Trematosaurus* and all its descendants).

Thus, *B. sushkini* is excluded from the Trematosauroidea but not from the Trematosauria *sensu* Yates & Warren, 2000, as is the case in Damiani & Yates (2003). In our analysis, *B. sushkini* is closer to *Trematosaurus* than to *Watsonisuchus*, as is the case in Steyer, 2002 (although *Benthosuchus* is mentioned as a "Mastodonsauroidea" in his fig.7). On the contrary, *B. sushkini* is included in the capitosaurs in Yates & Warren (2000), Damiani (2001a), Steyer (2003, where, however, none trematosaurian has

been taken into account in the analysis), Liu & Wang (2005, who used the datamatrix of Damiani 2001a), and in Pawley & Warren (2005). However, Damiani & Yates (2003) pointed out that three of the six unambiguous synapomorphies supporting *B. sushkini* as the basalmost capitosaur were incorrectly coded in Damiani (2001a).

Benthosuchus sushkini

Unambiguous autapomorphies: 5 (1 → 2), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults equal or greater than 60% of total skull length; 7 (0 → 1), interpremaxillary-intermaxillary foramen present; 12 (0 → 1), orbital margins elevated above plane of skull roof; 31 (1 → 0), otic notch deeply incised into posterior border of the skull (length exceeds width) - in taxa in which otic notches are closed they can be considered deeply incised; 46 (0 → 1), lamina palatina visible on the premaxilla; 57 (1 → 2), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid longer than 40% of the ectopterygoid length; 80 (0 → 1), crista medialis on the postglenoid area well developed.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 39 (0 → 1), presence of the crista falciformis on the squamosal; 47 (0 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity).

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 20

Trematosauroidea

Included taxa: *Thoosuchus yakovlevi* + *Trematosaurus brauni*

Unambiguous synapomorphies: 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 20 (0 → 1), postorbital in adults unexpanded; 28 (0 → 1), tabular horns partially supported from below by muscular ridges; 34 (0 → 1), length of the posterior skull table respect to its width between 66% and 50%; 52 (0 → 1), anterior palatal vacuity single; 58 (0 → 1), palatine contributes to the margin of interpterygoid vacuity (ectopteryogid excluded); 67 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid deep and knife-edged ventrally; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla; 83 (0 → 1), posterior Meckelian foramen as long as half or long more than half the length of the adductor fossa; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally; 85 (0 → 1), glenoid fossa below level of dorsal surface of dentary; 86 (0 → 1), chorda tympanic foramen present, located in the prearticular alone.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other; 39 (1 → 0), absence of the crista falciformis on the squamosal; 54 (0 → 2), anterior palatal vacuity(ies) located mostly anterior to the premaxilla/vomer suture; 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid.

Remarks: among trematosauroids, the trematosaurids including *Trematosaurus brauni* are more derived than *Thoosuchus yakovlevi*, as is the case in the vast majority of the phylogenetic hypotheses.

Node 21

Included taxa: *Thoosuchus yakovlevi* + *Angusaurus*

Unambiguous synapomorphies: 5 (1 → 0), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults comprised between 50% and 60% of total skull length; 59 (1 → 0), presence of ectopterygoid tusks in adults.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 53 (1 → 0), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity.

Remarks: in our analysis, *Thoosuchus yakovlevi* is the sister taxon of *Angusaurus*. This result, supported by three reversals, is possibly linked to the low number of basal trematosauroid included in the analysis. *Thoosuchus* results less derived than *Angusaurus* in Damiani & Yates (2003).

Thoosuchus yakovlevi

Unambiguous autapomorphies: 29 (0 → 1), tabular horn posterolaterally directed at the base and curving outward distally; 31 (1 → 0), otic notch deeply incised into posterior border of the skull (length exceeds width) - in taxa in which otic notches are closed they can be considered deeply incised; 34 (3 → 0), length of the posterior skull table respect to its width between 90% and 70%; 72 (0 → 1), parasphenoid groove present.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other; 54 (0 → 2), anterior palatal vacuity(ies) located mostly anterior to the premaxilla/vomer suture.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 47 (1 → 0), choana oval (width > 42% length); 65 (1 → 0), suture between pterygoid and parasphenoid shorter than the width of the corpus of the parasphenoid.

Angusaurus

Unambiguous autapomorphies: none.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 47 (0 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity); 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 38 (2 → 0), occipital condyles at an average distance from each other.

Node 22

Included taxa: *Trematosaurus brauni* + *Wantzosaurus elongatus*

Unambiguous synapomorphies: 49 (0 → 1), absence of a transvomerine tooth row; 71 (0 → 2), crista muscularis of parasphenoid in adults absent.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 53 (0 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more; 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 40 (0 → 1), contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid (in adults) absent, creating a palatoquadrate fissure; 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table.

Trematosaurus brauni

Unambiguous autapomorphies: 13 (0 → 1), interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level > 45%; 54 (0 → 1), anterior palatal vacuity(ies) located between the premaxilla/vomer suture.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other; 40 (0 → 1), contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid (in adults) absent, creating a palatoquadrate fissure; 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 47 (1 → 0), choana oval (width > 42% length).

Node 23

Included taxa: *Trematolestes hagdorni* + *Wantzosaurus elongatus*

Unambiguous synapomorphies: 18 (0 → 1), frontal width at the level of the centre of the orbit much narrower than postfrontal; 26 (1 → 0), supraorbital sensory canal developed, passes medial to lacrimal (does not cross the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent); 33 (1 → 0), posterolateral skull corners in dorsal/palatal view located posterior to distal end of tabulars; 51 (0 → 2), vomerine parachoanal tooth row absent; 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 47 (0 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity).
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 9 (1 → 0), longer axis of the external nares parallel to the outline of the skull roof; 77 (1 → 0), coronoid teeth absent; 81 (1 → 0), prearticular extending at least as far as the level of the mid point of the middle coronoid.

Remarks: *Trematolestes hagdorni* is the sister-taxon of the lonchorhynchine *Wantzosaurus elongatus*, together being members of the clade of slender-headed derived trematosaurids found by Schoch (2006).

Trematolestes hagdorni
Unambiguous autapomorphies: 4 (1 → 0), prenarial snout length less than internarial distance; 8 (1 → 0), external nares shape rounded or ovoid (width > 55% length); 10 (0 → 2), anterior projection of the jugal does not surpass the anterior margin of the orbit; 16 (0 → 1), prefrontal size larger than nasal; 59 (1 → 0), presence of ectopterygoid tusks in adults; 64 (0 → 2), absence of the oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid; 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 9 (1 → 0), longer axis of the external nares parallel to the outline of the skull roof; 54 (0 → 2), anterior palatal vacuity(ies) located mostly anterior to the premaxilla/vomer suture; 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 77 (1 → 0), coronoid teeth absent; 81 (1 → 0), prearticular extending at least as far as the level of the mid point of the middle coronoid.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 38 (2 → 0), occipital condyles at an average distance from each other.

Wantzosaurus elongatus
Unambiguous autapomorphies: 4 (1 → 2), prenarial snout length exceeds by three times internarial distance; 5 (1 → 2), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults equal or greater than 60% of total skull length; 14 (0 → 1), snout forming rostrum, with nasals and lacrimals (where present) splint-like; 15 (0 → 1), lacrimal absent; 34 (3 → 1), length of the posterior skull table respect to its width between 66% and 50%; 58 (2 → 1), palatine contributes to the margin of interpterygoid vacuity (ectopterygoid excluded); 68 (1 → 0), cultriform process of the parasphenoid not underplated by posterior extension of vomer (i.e., nearly reaching the level of -or extends beyond- anterior border of interpterygoid vacuities).
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 54 (2 → 0), anterior palatal vacuity(ies) located mostly posterior to the premaxilla/vomer suture; 70 (1 → 0), parasphenoid plate length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table.

Node 24
Capitosauria
Included taxa: *Sclerothorax hypselonotus* + *Mastodonsaurus giganteus*
Unambiguous synapomorphies: 17 (0 → 1), frontal reaching the orbit; 64 (0 → 1), oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid tall, crest-like; 72 (0 → 1), parasphenoid groove present; 74 (0 → 1), denticle field on pterygoid and parasphenoid absent; 82 (0 → 1), hamate process of the prearticular developed.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 39 (0 → 1), presence of the crista falciformis on the squamosal.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 10 (0 → 1), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, and it is longer than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit); 24 (1 → 0), infraorbital sensory canal with a flexure at the level of the lacrimal (when the lacrimal is present) absent; 53 (1 → 2), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as half of the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity; 71 (0 → 1), crista muscularis of parasphenoid in adults confluent in midline.

Remarks: concerning the capitosaurs, we follow Damiani & Yates (2003) redefining the Capitosauria Yates & Warren, 2000 as all stereospondyls sharing a more recent common ancestor with *Parotosuchus* than with *Trematosaurus*. Our analysis differs partly from the hand-made one of Schoch & Milner (2000) and from that of Damiani (2001a) and Liu & Wang (2005) (see below), especially regarding the branching pattern of the more derived taxa. Nevertheless, as for the Mastodonsauridae of Damiani (2001a), in this evolutionary hypothesys the Capitosauria is characterized by a series of basal taxa, in which the tabular horns are posteriorly directed (or posterolaterally directed at the base but not curving outward), which form successive outgroups to a clade consisting of all capitosaurs with tabular horns posterolaterally directed at the base and curving outward distally or even posterolaterally / laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly (forming closed otic notches), with the latter character developing in parallel in a number of genera / sub-groups (including the Heylerosauridae). Contrary to Damiani (2001a), the whole group is supported by unambiguous synapomorphies representing derived states and not apomorphic reversals, although many reversals are indeed present in less inclusive nodes, supporting the idea that homoplasy has been a dominant factor in the evolution of the group. As for example, inclusion of the frontal in the orbital margin occurred once (node 24) within the Capitosauria, with three subsequent reversals (*Wetlugasaurus angustifrons*; node 41, Heylerosauridae; node 44).

Sclerothorax hypselonotus
Unambiguous autapomorphies: 11 (0 → 1), orbits facing dorsolaterally or laterally; 26 (0 → 2), supraorbital sensory canal reduced or absent; 34 (1 → 2), length of the posterior skull table respect to its width < 46%; 56 (0 → 1), palatine, vomerine tusks only slightly larger or equal (respect to the maxillary teeth, where the palatal row is absent); 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla; 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table; 83 (0 → 1), posterior Meckelian foramen as long as half or long more than half the length of the adductor fossa.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 10 (0 → 1), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, and it is longer than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit); 24 (1 → 0), infraorbital sensory canal with a flexure at the level of the lacrimal (when the lacrimal is present) absent.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 2 (1 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2.

Remarks: in our analysis, *Sclerothorax hypselonotus* is the most basal capitosaur, as in Schoch *et al.* (2007).

Node 25

Included taxa: *Warrenisuchus aliciae* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 5 (1 → 0), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults comprised between 50% and 60% of total skull length; 12 (0 → 1), orbital margins elevated above plane of skull roof; 22 (0 → 1), temporal fossa (*sensu* Damiani, 2001a) present; 31 (1 → 0), otic notch deeply incised into posterior border of the skull (length exceeds width) - in taxa in which otic notches are closed they can be considered deeply incised; 75 (0 → 1), marginal teeth strongly labiolingually expanded; 79 (0 → 1), crista articularis on the postglenoid area present.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 24 (1 → 2), infraorbital sensory canal present, with "Z"-shaped flexure at the level of the lacrimal (when the lacrimal is present); 71 (0 → 1), crista muscularis of parasphenoid in adults confluent in midline.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 24 (0 → 2), infraorbital sensory canal present, with "Z"-shaped flexure at the level of the lacrimal (when the lacrimal is present); 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse.

Remarks: according to our analysis, *Edingerella madagascariensis* and *Warrenisuchus aliciae* form an unresolved politomy with the more derived capitosaurians (Fig. 18). This means that either *E. madagascariensis* and *Warrenisuchus aliciae* both form a clade which is related to the other capitosaurians (MPT 4), or they are stem-taxa of this other capitosaurian clade, with *Warrenisuchus aliciae* being the most basal in MPTs 2, 5, and *Edingerella madagascariensis* being the most basal in MPT 3, or they form a clade which is the sister-taxon of the genus *Watsonisuchus* (MPT 1), falling outside the monophyletic group including *W. gunganj*, *W. rewanensis*, and *W. magnus*, contra Steyer (2003). Even if the (basal) reposition of *E. madagascariensis* and *Warrenisuchus aliciae* within the genus *Watsonisuchus* occurs in one of the MPTs, we prefer to keep *Edingerella*, *Warrenisuchus* and *Watsonisuchus* as distinct genera following our strict consensus tree and the majority-rule consensus tree, based also on the relevant anatomical differences related to characters not treated in the analysis. We therefore propose to redefine systematically these genera (see section below). Damiani (2001a) performed his analysis at the genus level, gathering *Warrenisuchus aliciae* and the three *Watsonisuchus* species in a single OTU under the genus "*Watsonisuchus*", but he suggested that *Warrenisuchus aliciae* was worthy to be put in a distinct genus. Schoch & Milner (2000) also recognized that *Edingerella madagascariensis* and the genus "*Rewanobatrachus*" they defined (by including the type species "*R.*" *gunganj*, its junior synonym "*R.*" *rewanensis*, and "*R.*" *aliciae*) were stem capitosauroids.

Warrenisuchus aliciae

Unambiguous autapomorphies: 7 (0 → 1), interpremaxillary-intermaxillary foramen present; 37 (1 → 0), occipital condyles situated well anterior to the quadrate condyles; 48 (1 → 0), presence of a denticle field on vomers; 58 (1 → 2), palatine and ectopterygoid contribute to the margin of interpterygoid vacuity.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8; 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: see Systematic review below.

Node 26

Included taxa: *Edingerella madagascariensis* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 46 (0 → 1), lamina palatina visible on the premaxilla.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other.

Edingerella madagascariensis

Unambiguous autapomorphies: 59 (1 → 0), presence of ectopterygoid tusks in adults; 64 (1 → 0), oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid low, rounded.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 2 (1 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2; 10 (1 → 0), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, but it is shorter than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit).

Remarks: see Systematic Palaeontology above.

Node 27

Included taxa: *Watsonisuchus magnus* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 47 (0 → 2), choana elongate (width < 42% length) and relatively large (length > 24% of the length of the interpterygoid vacuity); 55 (0 → 1), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities broad (width / length 0.9< <1.5).

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 2 (0 → 1), skull greatest width / midline length, in adults < 0.8.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 57 (0 → 1), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid shorter than 40% of the ectopterygoid length; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Node 28

Watsonisuchus

Included taxa: *Watsonisuchus magnus* + *Watsonisuchus gunganj*

Unambiguous synapomorphies: 20 (0 → 2), postorbital in adults strongly 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip surpassing the centre of the orbit; 26 (0 → 2), supraorbital sensory canal reduced or absent.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 50 (1 → 2), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) angular (V-shaped).

Remarks: for both genus and referred species see Systematic review below.

Watsonisuchus gunganj
Unambiguous autapomorphies: none.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 29
Included taxa: *Watsonisuchus magnus* + *Watsonisuchus rewanensis*
Unambiguous synapomorphies: 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 72 (0 → 1), parasphenoid groove present.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 41 (0 → 1), stapedial foramen absent.

Watsonisuchus magnus
Unambiguous autapomorphies: none.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 41 (0 → 1), stapedial foramen absent.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Watsonisuchus rewanensis
Unambiguous autapomorphies: 64 (1 → 0), oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid low, rounded.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 50 (1 → 2), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) angular (V-shaped).
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 30
Included taxa: *Wetlugasaurus angustifrons* + *Mastodonsaurus giganteus*
Unambiguous synapomorphies: 22 (1 → 0), temporal fossa (*sensu* Damiani, 2001) absent; 43 (0 → 1), quadratojugal participates to the upper jaw condyle; 80 (0 → 1), crista medialis on the postglenoid area well developed.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 10 (0 → 1), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, and it is longer than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit).
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 38 (1 → 0), occipital condyles at an average distance from each other.

Remarks: it is interesting to note that *Watsonisuchus* and *Wetlugasaurus* occupy similar positions among the basal capitosaurs in both our and Damiani's (2001a) analyses, resulting only inverted each other. Moreover, our analysis supports the traditional hypothesis of *Wetlugasaurus* as a capitosaur, as in Damiani (2001a), Steyer (2003), or Damiani & Yates (2003), but contra Schoch & Milner (2000) who consider it as the basalmost stem-trematosauroid.

Wetlugasaurus angustifrons
Unambiguous autapomorphies: 17 (1 → 0), frontal not reaching the orbit; 74 (1 → 0), denticle field on pterygoid and parasphenoid present.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 69 (1 → 0), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Node 31
Included taxa: *Parotosuchus orenburgensis* + *Mastodonsaurus giganteus*
Unambiguous synapomorphies: 5 (0 → 2), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults equal or greater than 60% of total skull length; 47 (2 → 1), choana elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity); 70 (1 → 0), parasphenoid plate length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table; 76 (0 → 1), parasymphyseal teeth (or tusks) present.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: *Parotosuchus orenburgensis* is the basalmost of the capitosaurs more derived than *Watsonisuchus* and *Wetlugasaurus*, as in Damiani (2001a) and Liu & Wang (2005). The parotosuchids are considered basal capitosauroids in the hand-made phylogeny of Schoch & Milner (2000).

Parotosuchus orenburgensis
Unambiguous autapomorphies: 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth; 54 (0 → 1), anterior palatal vacuity(ies) located between the premaxilla/vomer suture.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other; 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other.

Node 32
Included taxa: *Cyclotosaurus robustus* + *Mastodonsaurus giganteus*
Unambiguous synapomorphies: 20 (0 → 2), postorbital in adults strongly 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip surpassing the centre of the orbit; 29 (0 → 2), tabular horn posterolaterally directed at the base and curving outward distally, with a anterodistal lappet partially narrowing the otic notch; 41 (0 → 1), stapedial foramen absent; 66 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid expanded at the base and constricted at mid length; 72 (1 → 0), parasphenoid groove absent.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: an unresolved trichotomy is visible between *Stenotosaurus stantonensis*, the clade at node composed by (*Stanocephalosaurus pronus* + (*Tatrasuchus wildi* + *Cyclotosaurus robustus*)), and the clade at node 36 in the strict consensus tree, but *Stenotosaurus* occupies a more derived position within the Capitosauria than the clade at node 33 in four of the five MPTs found.

Node 33
Included taxa: *Cyclotosaurus robustus* + *Stanocephalosaurus pronus*
Unambiguous synapomorphies: 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 69 (0 → 1), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.

Remarks: the taxon *Stanocephalosaurus pronus* is a synonym of *Eryosuchus* in Damiani (2001a) and Liu & Wang (2005), therefore we cannot compare its position.

Stanocephalosaurus pronus

Unambiguous autapomorphies: 7 (0 → 1), interpremaxillary-intermaxillary foramen present; 45 (0 → 1), maxilla making point contact, at most, with the quadratojugal.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 34

Cyclotosauridae

Included taxa: *Cyclotosaurus robustus* + *Tatrasuchus wildi*

Unambiguous synapomorphies: 2 (1 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2; 12 (1 → 0), orbital margins flush with plane of skull roof; 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth; 47 (1 → 0), choana oval (width > 42% length); 55 (1 → 0), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities very broad (width / length >1.5); 75 (1 → 0), marginal teeth sub-circular or circular at base; 83 (0 → 1), posterior Meckelian foramen as long as half or long more than half the length of the adductor fossa.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: *Tatrasuchus* and *Cyclotosaurus* are sister-taxa also in Maryanska & Shishkin (1996), Damiani (2001a), and Liu & Wang (2005), although in the latter two analyses they are the most derived capitosaurs. Close relationships between *Cyclotosaurus* and *Tatrasuchus* have been found also in the hand-made phylogeny of Schoch & Milner (2000). In Schoch & Milner (2000: fig. 105), however, the Tatrasuchinae are the most basal taxon within a Cyclotosauridae including also the clade (Stenotosaurinae + (Heylerosaurinae + Cyclotosaurinae)) and closely related to the Paracyclotosauridae (*Stanocephalosaurus* + *Paracyclotosaurus*); on the contrary, in our analysis the Paracyclotosauridae are found to be paraphyletic with *Stanocephalosaurus* closer to the Cyclotosauridae (*Tatrasuchus* + *Cyclotosaurus*) and *Paracyclotosaurus* closer to the derived taxon (Mastodonsauridae + Heylerosauridae).

Cyclotosaurus robustus

Unambiguous autapomorphies: 8 (1 → 0), external nares shape rounded or ovoid (width > 55% length); 29 (2 → 3), tabular horn posterolaterally/laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly; 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles; 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other; 50 (0 → 1), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) curved (concave anteriorly); 57 (1 → 2), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid longer than 40% of the ectopterygoid length; 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid; 67 (0 → 1) cultriform process of the parasphenoid deep and knife-edged ventrally; 77 (1 → 0), coronoid teeth absent.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Tatrasuchus wildi

Unambiguous autapomorphies: 5 (2 → 0), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults comprised between 50% and 60% of total skull length; 20 (2 → 0), postorbital in adults moderately 'hooked', anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit; 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse; 69 (1 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla; 70 (2 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 73 (1 → 0), exoccipital in ventral view does not suture with pterygoid.

Node 35

Included taxa: *Stenotosaurus stantonensis* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 54 (0 → 2), anterior palatal vacuity(ies) located mostly anterior to the premaxilla/vomer suture.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 69 (1 → 0), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla.

Stenotosaurus stantonensis

Unambiguous autapomorphies: 7 (0 → 1), interpremaxillary-intermaxillary foramen present; 29 (2 → 3), tabular horn posterolaterally / laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly; 57 (1 → 0), palatine-ectopterygoid suture roughly transverse.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other.

Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 38 (0 → 1), occipital condyles very close to each other.

Node 36

Included taxa: *Xenotosuchus africanus* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 8 (1 → 0), external nares shape rounded or ovoid (width > 55% length); 45 (0 → 1), maxilla making point contact, at most, with the quadratojugal; 57 (1 → 2), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid longer than 40% of the ectopterygoid length.

Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.

Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Remarks: *Xenotosuchus africanus*, *Cherninia denwai*, *Wellesaurus peabodyi*, and *Paracyclotosaurus davidi* are successive stem-taxa of the "very derived" capitosaurs at node 40. *Xenotosuchus africanus* was not included in the analyses of Damiani (2001a) and Liu & Wang (2005), whereas the position of the other taxa is difficult to be compared, as for *Stenotosaurus stantonensis*. It can be seen, however, that neither those authors nor our analysis placed *Paracyclotosaurus*, *Wellesaurus*, and *Stanocephalosaurus* (where included as a distinct taxon) in a monophyletic Paracyclotosauridae, contra Schoch & Milner (2000).

Xenotosuchus africanus

Unambiguous autapomorphies: 12 (1 → 0), orbital margins flush with plane of skull roof; 20 (2 → 0), postorbital in adults moderately 'hooked', anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit; 43 (1 → 0), quadratojugal does not participate to the upper jaw condyle; 50 (0 → 1), transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present) curved (concave anteriorly); 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla; 77 (1 → 0), coronoid teeth absent.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 37
Included taxa: *Cherninia denwai* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 66 (1 → 0), cultriform process of the parasphenoid not expanded at the base; 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 52 (1 → 2), anterior palatal vacuity double; 79 (1 → 0), crista articularis on the postglenoid area absent; 86 (0 → 1), chorda tympanic foramen present, located in the prearticular alone.

Cherninia denwai

Unambiguous autapomorphies: 9 (0 → 1), longer axis of the external nares parallel to the midline of the skull roof; 29 (2 → 1), tabular horn posterolaterally directed at the base and curving outward distally; 34 (1 → 2), length of the posterior skull table respect to its width < 46%.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 52 (1 → 2), anterior palatal vacuity double; 53 (0 → 2), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as half of the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 38
Included taxa: *Wellesaurus peabodyi* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 6 (0 → 1), anterior margin of the tip of the snout nearly straight; 65 (0 → 1), suture between pterygoid and parasphenoid longer than the width of the corpus of the parasphenoid; 73 (0 → 1), exoccipital in ventral view sutures with pterygoid.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Wellesaurus peabodyi

Unambiguous autapomorphies: 7 (0 → 1), interpremaxillary-intermaxillary foramen present; 12 (1 → 0), orbital margins flush with plane of skull roof; 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 52 (2 → 1), anterior palatal vacuity single.

Node 39
Included taxa: *Paracyclotosaurus davidi* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 70 (1 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 52 (1 → 2), anterior palatal vacuity double.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 76 (1 → 0), parasymphyseal teeth (or tusks) absent.

Paracyclotosaurus davidi

Unambiguous autapomorphies: 34 (1 → 0), length of the posterior skull table respect to its width between 90% and 70%; 44 (0 → 1), maxillary teeth minute and much smaller than dentary teeth; 45 (1 → 0), maxilla forming a suture with the quadratojugal; 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 40
Included taxa: *Eocyclotosaurus* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 26 (0 → 1), supraorbital sensory canal developed, enters lacrimal (crosses the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent); 83 (0 → 1), posterior Meckelian foramen as long as half or long more than half the length of the adductor fossa.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 76 (1 → 0), parasymphyseal teeth (or tusks) absent; 86 (0 → 1), chorda tympanic foramen present, located in the prearticular alone.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous); 43(1→ 0).

Remarks: as for the "very derived" capitosaurs, the Heylerosauridae (*Odenwaldia heidelbergensis* + *Eocyclotosaurus woschmidti*) is here the sister-taxon of the Mastodonsauridae (*Mastodonsaurus giganteus* (*Eryosuchus garjainovi* (*Quasicyclotosaurus campi* +*Yuanansuchus laticeps*))). The Heylerosauridae *O. heidelbergensis* and *E. woschmidti* are also sister taxa but nested at the base of Capitosauria in Damiani (2001a). In Liu & Wang (2005), *E. woschmidti* occupies also a derived position, whereas *O. heidelbergensis* is the basalmost capitosaur, forming a trichotomy togheter with the remaining capitosaurs and *Benthosuchus sushkini*.

Quasicyclotosaurus campi and *Yuanansuchus laticeps*, here members of the Mastodonsauridae, are derived capitosaurs also in Liu & Wang (2005) (these taxa are not included in Damiani 2001a).

As for *Mastodonsaurus*, it is the sister-taxon of the clade (*Cyclotosaurus* + *Tatrasuchus*) in Damiani (2001a), whereas it is at the base of a group including also *Yuanansuchus*, *Quasicyclotosaurus*, and *Eocyclotosaurus* in Liu & Wang (2005). *Mastodonsaurus* is a basal capitosaur in Steyer (2003) analysis, and a not-capitosaurid capitosaur in Yates & Warren (2000).

Node 41
Heylerosauridae
Included taxa: *Eocyclotosaurus* + *Odenwaldia heidelbergensis*

Unambiguous synapomorphies: 3 (0 → 1), skull outline in dorsal view narrow, wedge-shaped; 17 (1 → 0), frontal not reaching the orbit.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 53 (2 → 0), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity; 55 (1 → 2), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities elongate (width / length <0.9); 67 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid deep and knife-edged ventrally; 68 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally).

Remarks: the taxon Heylerosauridae is here better supported than in Damiani (2001a) (only one unambiguous synapomorphy in the latter analysis).

Eocyclotosaurus

Unambiguous autapomorphies: 29 (2 → 3), tabular horn posterolaterally / laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly; 66 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid expanded at the base and constricted at mid length.

Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 43 (1 → 0), quadratojugal does not participate to the upper jaw condyle; 55 (1 → 2), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities elongate (width / length <0.9); 67 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid deep and knife-edged ventrally; 68 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally).
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Odenwaldia heidelbergensis
Unambiguous autapomorphies: 18 (0 → 1), frontal width at the level of the centre of the orbit much narrower than postfrontal.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Node 42
Mastodonsauridae
Included taxa: *Quasicyclotosaurus campi* + *Mastodonsaurus giganteus*

Unambiguous synapomorphies: 6 (1 → 0), anterior margin of the tip of the snout rounded; 10 (1 → 0), anterior projection of the jugal surpasses the anterior margin of the orbit, but it is shorter than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit); 20 (2 → 0), postorbital in adults moderately 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 23 (0 → 1), lateral sensory-line grooves on the skull roof well impressed, continuous (at least sub-continuous).
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles; 70 (2 → 0), parasphenoid plate length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.

Remarks: as in the hand-made phylogeny of Schoch & Milner (2000) we found phylogenetic affinities between *Mastodonsaurus* and the eryosuchids. In Schoch & Milner (2000), however, the these taxa are not closely related to the Heylerosauridae.

Mastodonsaurus giganteus
Unambiguous autapomorphies: 5 (2 → 1), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults equal or less than 50% of total skull length; 12 (1 → 0), orbital margins flush with plane of skull roof; 29 (2 → 1), tabular horn posterolaterally directed at the base and curving outward distally; 34 (1 → 0), length of the posterior skull table respect to its width between 90% and 70%; 41 (1 → 0), stapedial foramen present; 46 (1 → 0), lamina palatina not visible on the premaxilla.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles; 53 (0 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more; 70 (2 → 0), parasphenoid plate length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table; 79 (1 → 0), crista articularis on the postglenoid area absent; 84 (0 → 1), labial wall of adductor fossa strongly convex dorsally.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 43 (0 → 1), quadratojugal participates to the upper jaw condyle; 53 (2 → 1), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more.

Node 43
Included taxa: *Eryosuchus garjainovi* + *Quasicyclotosaurus campi*

Unambiguous synapomorphies: 8 (0 → 1), external nares shape elongate (width < 55% length); 45 (1 → 0), maxilla forming a suture with the quadratojugal; 55 (1 → 0), vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities very broad (width / length > 1.5).
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: 43 (1 → 0), quadratojugal does not participate to the upper jaw condyle.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: none.

Eryosuchus garjainovi
Unambiguous autapomorphies: 2 (1 → 0), skull greatest width / midline length, in adults comprised between 0.8 and 1.2; 5 (2 → 0), length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults comprised between 50% and 60% of total skull length; 52 (2 → 1), anterior palatal vacuity single; 75 (1 → 0), marginal teeth sub-circular or circular at base.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 70 (0 → 2), parasphenoid plate longer than 65% of the posterior skull table.

Node 44
Included taxa: *Yuanansuchus laticeps* + *Quasicyclotosaurus campi*

Unambiguous synapomorphies: 17 (1 → 0), frontal not reaching the orbit; 47 (1 → 0), choana oval (width > 42% length); 65 (1 → 0), suture between pterygoid and parasphenoid shorter than the width of the corpus of the parasphenoid; 66 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid expanded at the base and constricted at mid length.
Ambiguous synapomorphies under DELTRAN: none.
Ambiguous synapomorphies under ACCTRAN: 4 (0 → 1), prenarial snout length equals or exceeds internarial distance (but less than three times); 54 (2 → 1), anterior palatal vacuity(ies) located between the premaxilla/vomer suture.

Yuanansuchus laticeps
Unambiguous autapomorphies: 29 (2 → 1), tabular horn posterolaterally directed at the base and curving outward distally; 32 (0 → 1), presence of postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal; 34 (1 → 0), length of the posterior skull table respect to its width between 90% and 70%; 38 (0 → 2), occipital condyles very distant from each other; 64 (1 → 0), oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid low, rounded; 69 (0 → 2), width of the cultriform process (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities) larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla; 73 (1 → 0), exoccipital in ventral view does not suture with pterygoid.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 70 (2 → 0), parasphenoid plate length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: none.

Quasicyclotosaurus campi
Unambiguous autapomorphies: 29 (2 → 3), tabular horn posterolaterally / laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly; 57 (2 → 1), palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid shorter than 40% of the ectopterygoid length; 67 (0 → 1), cultriform process of the parasphenoid deep and knife-edged ventrally.
Ambiguous autapomorphies under DELTRAN: 4 (0 → 1), prenarial snout length equals or exceeds internarial distance (but less than three times); 37 (1 → 2), occipital condyles situated posterior to the quadrate condyles; 53 (0 → 2), vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities nearly as wide as half of the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity; 54 (2 → 1), anterior palatal vacuity(ies) located between the premaxilla/vomer suture; 70 (2 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table.
Ambiguous autapomorphies under ACCTRAN: 70 (0 → 1), parasphenoid plate shorter than 50% of the posterior skull table.

Systematic review

Watsonisuchus Ochev, 1966

Type species - *Watsonisuchus magnus* Watson, 1962 (Ochev, 1966).

Included species - *W. gunganj* Warren, 1980 (Damiani, 2001a), *W. magnus* Watson, 1962 (Ochev, 1966), *W. rewanensis* Warren, 1980 (Damiani, 2001a).

Distribution - Lower Triassic of Australia and South Africa.

Diagnosis (after Steyer, 2003, modified) - Capitosaurian temnospondyls with oval orbit; widely posteriorly open and globulous otic notches; straight and wide posterodorsal branch formed by squamosal and quadratojugal; well developed crista falciformis of the squamosal; crista tabularis externa (*sensu* Damiani, 2001a) present; crista medialis of the postglenoid area poorly developed or absent; stapes with crista obliqua (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940); palatine with posterior process medial to ectopterygoid; occipital condyles well-above the level of the quadrate ones in occipital view; supraorbital sensory canal weakly developed or absent; presence of temporal fossa (*sensu* Damiani, 2001a); and, according to our phylogeny, albeit not verifiable on the type species, a strongly hooked postorbital, anterolaterally expanded with the anteriormost tip surpassing the centre of the orbit.

Remarks - "Absence of a stapedial foramen" is removed from the diagnosis of Steyer (2003) because a stapedial foramen is observable in specimens of *W. gunganj* (see Damiani 2001a: fig. 8F). "Long axis of orbit reaching central part of otic notch" is removed from the diagnosis of Damiani (2001a) because the direction of the long axis can vary in a single individual (see for example *W. gunganj* or *W. rewanensis* in Warren, 1980: figs. 2, 4), and, in the holotype, the longest axis of the preserved left orbit passes slightly medial to the otic notch (JSS, pers. obs. 1999). According to our phylogeny, "temporal fossa *sensu* Damiani 2001a" would not be an autapomorphy of the genus, rather a synapomorphy early acquired during the evolution of the capitosaurs (node 25, Fig. 19) and lost in the derived forms (node 30, Fig. 19). The morphology of the post-glenoid area is very similar in all the species of *Watsonisuchus*, except that in *W. gunganj* and in *W. rewanensis* where the crista medialis is poorly developed or absent, whereas in *W. gunganj* the crista articularis is not as well developed as in *W. magnus* (Damiani, 2001a). Such differences, however, could be linked either with ontogeny or/and size, *W. magnus* being represented by a very large individual (Watson, 1962) and *W. gunganj* by an immature one (Warren, 1980). Dermosensory canals of the lateral-line system are reported for *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995) and are present in *Edingerella madagascariensis*, especially in the specimen MSNM V2992 in which they are well incised and developed. The reduction or absence of dermosensory canals may characterize the genus *Watsonisuchus*, but this absence is not clearly discussed in *W. rewanensis* and in *W. gunganj*, and can not be confirmed in *W. magnus*, pending more complete material.

Comments on the included species - *Watsonisuchus gunganj* shows a ventral exposure of the parasphenoid groove, the occipital condyles unstalked, the presence of a stapedial foramen, and a crista obliqua (*sensu* Bysrow & Efremov, 1940) on the stapes that spans the entire length of the stapedial shaft (Warren 1980; Damiani 2001a). The stapedial footplate is bifurcated, a possible autapomorphy of *Watsonisuchus gunganj*. The combination of features of the stapes may also characterize the whole genus, but they are currently known only in *W. gunganj*. According to Warren (1980), the preservation of the *W. gunganj* material does not permit determination of the exact shape of the transvomerine tooth row. It is equally hypothetical to reconstruct the transvomerine tooth row as transverse, concave, or acutely V-shaped, therefore the shape should be regarded as uncertain in *W. gunganj*, pending more complete material. However, Warren & Hutchinson (1988b) preferred the hypothesis of a transverse transvomerine tooth row. According to the reconstruction figured by Warren (1980), Steyer (2003) coded the anterior margin of the snout of *W. gunganj* as straight; this potential feature of *W. gunganj* however, remains questionable, because the anterior portion of the snout has not been found so far. The cultriform process of *W. gunganj* is wider than in *W. rewanensis* (Warren, 1980). The tabular horns are raised above the level of the skull table, in contrast to the condition in *W. rewanensis*, in which they are the same level as the table.

In *W. rewanensis*, the vomerine plate is longer than broad, and the choanae are larger than those of *E. madagascariensis* or of *Warrenisuchus aliciae*. This couple of features may characterize the whole genus *Watsonisuchus*, but the same features are currently unknown in other species.

As in *Edingerella*, the oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid is low and rounded. The mid-posterior portion of the cultrifom process is narrow. The acutely V-shaped transvomerine tooth row results in an autapomorphy of the species under DELTRAN optimization, while of the whole genus under ACCTRAN optimization (see Phylogenetic analysis above). The posterior margin of the postparietal bears a small, posteriorly directed peak found also in some specimens of *E. madagascariensis* (e.g., MSNM V2992). According to Damiani (2001a: 51), the stapedial footplate of *W. rewanensis* is larger than those of *Warrenisuchus aliciae*, *W. gunganj* and, following Steyer (2003), than that of *E. madagascariensis*. Damiani (2001a) reported that dermal bones in *W. rewanensis* are very thin, and Steyer (2003) listed this feature as a difference between *W. rewanensis* and *E. madagascariensis*. We noted that, at least judging by the reconstruction in Warren (1980), the thickness of the dermal bones on the skull roof, at least in occipital view, does not present remarkable differences in the two species. The epipterygoid of *W. rewanensis* is less robust than that of *W. gunganj* and shows a more slender ascending process (Damiani, 2001a). Damiani (2001a) also reported that a specimen of *W. rewanensis* preserving also the posterior portions of the mandible shows a large foramen on the lingual surface of the articular, a unique condition among known Mesozoic temnospondyls (only observed also in another capitosaur from Uruguay, see Piñeiro *et al.*, 2007) that, if confirmed by further discoveries, may be a clear autapomorphy of the taxon.

Schoch & Milner (2000) erected the genus "*Rewanobatrachus*" for the species "*Rewanobatrachus*" *gunganj* (as type species) and "*R.*" *aliciae*. They considered "*R.*" *rewanensis* as a junior synonym of "*R.*" *gunganj*, the first differing from the second only by "a slightly concave vomerine tooth row" (Schoch & Milner, 2000:135). However, and as mentioned just above, the shape of the vomerine tooth row cannot be determined for *W. gunganj* (see also "Comments on *Warrenisuchus aliciae*" below). Moreover, and following Damiani (2001a) and Warren (1980), we mantain the distinct species *W. gunganj* and *W. rewanensis* under the genus *Watsonisuchus* as resulted from our phylogenetical analysis: *W. magnus, W. rewanensis*, and *W. gunganj* form a clade in which *W. rewanensis* and *W. magnus* are sister taxa, therefore sharing synapomorphies (a relatively long parasphenoid plate, obtusely V-shaped cristae muscularis of the parasphenoid plate, and a lack of a ventral exposure of the parasphenoid groove). Damiani (2001a) stated that "morphologically, *W. rewanensis* closely resembles the type species, *W. magnus*. In fact, save for the difference in absolute size, there is little to distinguish them taxonomically, although *W. magnus* is relatively incomplete". This could lead to the conclusion that *W. rewanensis* could represent a junior synonym of *W. magnus*. However, we recognized possible autapomorphies which allow to distinguish them as two species: as for *W. magnus*, a lack of the stapedial foramen is a possible autapomorphy (obtained under DELTRAN but not observable on *W. rewanensis*); and as for *W. rewanensis*, a small posteriorly directed peak on the posterior margin of the postparietal, and a foramen on the lingual surface of the articular also represent possible autapomorphies. The preservation of the material (in both species) is not sufficient to compare them enough and therefore to confirm (or not) these possible autapomorphies. But, pending more complete material, we prefer to maintain the separation between the two species.

Warrenisuchus nov. gen.

Type species - *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b)

Derivatio nominis - After Dr. Anne Warren, who firstly described the species and has given up to today, and is still giving an enormous contribution to the knowledge of temnospondyl anatomy and phylogeny; and "sûkhos" (Greek word for crocodile), reflecting the crocodile-like aspect of most capitosaur temnospondyls.

Diagnosis - As for the type and only known species.

Warrenisuchus aliciae (Warren & Hutchinson, 1988b) comb. nov.

Parotosuchus aliciae Warren & Hutchinson, 1988b

Parotosuchus aliciae Warren & Schroeder, 1995: 41-46

Watsonisuchus aliciae Damiani, 2001a: 388, 390, 425-427, 429, 430, 434,435, 452, 453, 455, 458

Holotype - QM F12281, a partial skeleton consisting of most of the skull and attached lower jaw, and various postcranial remains.

Referred material - QM F12282 (paratype), a partial skull and lower jaws, and a partial shoulder girdle; QM F12286; QM F12290-12292; QM F14481; QM F14483.

Locality and horizon - Duckworth Creek (QM L215), Colorado Station, north of Dingo, southeast Queensland, Australia; Arcadia Formation, Rewan Group; Early Triassic.

Diagnosis (after Damiani, 2001a, modified) - Capitosaur temnospondyl having an interpremaxillary foramen; tabular horns extremely narrow and recurved distally in adults; palatine/ectopterygoid suture nearly transverse; palatine and ectopterygoid entering the margin of the interpterygoid vacuity; cristae muscularis of the parasphenoid plate straight in adults; very short pterygoid-parasphenoid suture; anterior palatal vacuity wide and rounded; lamina palatina absent; transvomerine tooth row arcuate; denticle shagreen present on palate, especially on the vomer; parasphenoid groove present; exoccipital-parasphenoid fissure present; occiput very deep; occipital condyles placed well anteriorly to the quadrate ones; hypertrophied oblique ridge of pterygoid; crista terminalis of tabular absent; vomerine plate broader than long; supratemporal excluded from the margin of the otic notch in both juvenile and adults; dermal bones on the skull roof relatively thick; small posterior Meckelian foramen bordered solely by the prearticular and the angular.

Remarks - The juveniles *W. aliciae* have ectopterygoid tusks, but contrary to *E. madagascariensis*, those tusks are not retained in the late adult stage. The reconstruction of the adult skull of *W. aliciae* in Warren & Schroeder (1995) and in Schoch & Milner (2000) shows an interpremaxillary foramen, similar to that of *Stanocephalosaurus pronus* (Howie, 1970; Schoch & Milner, 2000), *Procyclotosaurus* (Schoch & Milner, 2000), and *Subcyclotosaurus brookvalensis* (Damiani, 2001a). A foramen placed slightly posteriorly, at the level of the suture between premaxillae and nasals, is present in the rhinesuchid *Rhineceps nyasaensis*. Warren & Hutchinson (1988b) reported, in *W. aliciae*, a small posterior Meckelian foramen that exceptionally fails to contact the postsplenial, so that it is bordered solely by the prearticular and the angular. This condition represents an autapomorphy of the taxon, and is also present, as a convergence, in the plagiosaurid *Gerrothorax pustuloglomeratus* only. In *E. madagascariensis*, that foramen is small but bordered by the three bones, as is the case in most of the Stereospondyli. The oblique ridge of the pterygoid is hypertrophied in both juveniles and adults of *W. aliciae*, as shown by Warren & Schroeder (1995), and is even more hypertrophied than in other capitosaurs in which it is well-developed (e.g., *Cyclotosaurus* cf. *posthumus*, Damiani, 2001a: fig. 7A). According to Damiani (2001a), this hypertrophied oblique ridge, together with a fissure between the exoccipital and the parasphenoid retained in the adult, are paedomorphic traits of *W. aliciae*. This species also differs from *Watsonisuchus* and *Edingerella madagascariensis* in having thicker dermal bones on the skull roof in adults, and occipital condyles less close to each other and well anterior to the quadrate ones. *W. aliciae* differs from *Edingerella madagascariensis*, *Watsonisuchus*, and from all the other capitosaurs preserving the tabular region, in lacking one of the cristae of the tabular which was differently reported as the crista tabularis externa by Warren & Schroeder (1995), or the crista terminalis by Damiani (2001a). Damiani (2001a: 427) reported that the anterior palatal vacuity of *W. aliciae* is unusual in that the lamina palatina of the premaxilla (*sensu* Bystrow & Efremov, 1940) is absent (contra Warren & Hutchinson, 1988a and

Warren & Schroeder, 1995), so that the anterior rim of the vacuity is simply a depression on the ventral surface of the skull roof and only the posterior rim forms a free margin. A lamina palatina (*sensu* Bystrow and Efremov, 1940: fig.1A) on the ventral side of the premaxilla is absent, for example, in lydekkerinids, *Rhineceps nyasaensis*, and in *Lapillopsis nana*, whereas it is present in the only species of *Watsonisuchus* for which this portion of the snout is preserved (i.e., *W. rewanensis*), in *E. madagascariensis*, and in the vast majority of the capitosaurs. In *Warrenisuchus aliciae*, the anterior palatal vacuity is rounded and considerably large (60% of the premaxillar width) in both juveniles and adults (respectively, Warren & Hutchinson, 1988; Warren & Schroeder, 1995). It is larger than that of the juvenile and adults of *E. madagascariensis* (40% of the premaxillar width), whereas in *Watsonisuchus rewanensis*, its size is intermediate. As in *E. madagascariensis*, in *Warrenisuchus aliciae* the dermosensory canals of the lateral line system are well impressed in the adults (Warren & Schroeder, 1995), whereas they may be absent in *Watsonisuchus* (see above). Finally, contrary to the condition present in *E. madagascariensis*, *Watsonisuchus*, and in capitosaurs (Damiani, 2001a), the ectopterygoid is entering the margin of the interpterygoid vacuity in *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988; Warren & Schroeder, 1995).

Comments - Damiani (2001a) pointed out that the remarkable mix of characters of the species *W. aliciae* sets it apart from all other Early Triassic capitosaurs, suggesting that it "may be generically distinct from *Watsonisuchus*, perhaps developing in parallel". However, he cautiously retained it in that genus. Both primitive and derived features are listed above (see diagnosis and remarks above) supporting the idea of Damiani (2001a). In our phylogenetical analysis, *W. aliciae* appeared basal with respect to *Watsonisuchus* (and possibly to *E. madagascariensis* also) (Figs. 18-19). It has been demonstrated by several authors that the species *W. aliciae* does not belong to *Parotosuchus* (see Schoch & Milner, 2000; Damiani, 2001a; Steyer, 2003). It cannot be assigned to the genus "*Rewanobatrachus*", erected by Schoch & Milner (2000) to include the stem-capitosauroid species "*R.*" *gunganj* and "*R.*" *aliciae,* "*R.*" *gunganj* being the type species (see Comments above). Taking into account all these arguments, we retain that the transfer of the species to a new genus is clearly warranted.

Comparative ontogeny of *E. madagascariensis*
(Figs. 6, 10-11, 20)

As pointed out by Steyer (2003), the material of *E. madagascariensis* represents one of the best known growth series among capitosaurs, although the sequence of *Warrenisuchus aliciae* documents much earlier stages and, as a consequence, reveals much more substantial change (Warren & Hutchinson, 1988b; Warren & Schroeder, 1995). Both juvenile and adult growth stages have been recognized in the skull series of *E. madagascariensis*: MNHN MAE3003a/b/c, MAE3005a/b, MSNM V3880, and MSNM V6237 are juveniles; MNHN MAE3000a/b, MNHN RHMA02, and MNHN MAE3004 are early adults; and MNHN MAE3002a/b and MSNM V2992 are late adults. We refer to Steyer (2003) for the growth stage identification and the modifications of *E. madagascariensis* through ontogeny (e.g., growth allometry, see also below). Our observations of the material from the Italian collections complement the previous observations and comparisons with other growth series or data:

1) As pointed out by Steyer (2003), the thickness of the dermo-cranial bones (compared to the depth of the skull) is decreasing through ontogeny of *E. madagascariensis*: we indeed measured that the thickness of the bones above the foramen magnum (compare to the height of the occiput along the midline) is about 29% in the juvenile MNHN MAE3003 (Steyer, 2003: fig. 1B) and 22% in the late adult MSNM V2992 (Fig. 10). In contrast, in *Warrenisuchus aliciae*, the bone thickness in the adult skull (Warren & Schroeder, 1995: fig. 3) is larger than that of the juvenile (Warren & Hutchinson, 1988b: fig. 4) (respectively, 26% and 22%).

2) The parasphenoid groove is also more and more developed through ontogeny of *E. madagascariensis* (relative to the skull size): its width is 1 mm in the juvenile MNHN MAE3005 (mid-length skull 55 mm), 2 mm in the early adult MNHN RHMA02 (mid-length skull 99 mm), 3 mm in the late adult MNHN MAE3002 (mid-length skull 121 mm) and 4 mm in the late adult MSNM V2992 (mid-length skull 127 mm). This newly observed trend seems to be linked to the fact that enlarging skull during growth implies enlarging distance among bones.

3) Steyer (2003) observed that the growth allometry of the skull, from juvenile semirostry to adult longirostry, is linked with the elongation of the preorbital region in *E. madagascariensis*. This also implies a migration of the orbit towards the posterior half of the interpterygoid vacuity, a similar pattern also observed in *Warrenisuchus aliciae*. Consequently, we confirm that orbits anteriorly centred in the interpterygoid fenestrae are also indicating a juvenile stage (Warren & Hutchinson, 1988b).

4) Contra Steyer (2003: 553), the pineal foramen does not become comparatively smaller during growth (its major axis is about 3% of the mid-length of the skull in both juveniles and adults). Its shape, however, changes during ontogeny (Figs. 5-6, 20B), from an elongate (juvenile MNHN MAE3003) to a wide ellipse (adult MSNM V2992) via a rounded circle (early adults MNHN MAE3000 and MNHN MAE3004). In the *Watsonisuchus* species, the pineal foramen is not well preserved, even if in *W. gunganj* it seems to show the same "adult" shape of MSNM V2992. Similarly, the pineal foramen has the shape of an elongate to slightly elongate ellipse in juveniles of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b), and of a wide ellipse in the adults (Warren & Schroeder, 1995).

5) Steyer (2003: fig. 3) observed that the supratemporal of *E. madagascariensis* stops to reach the otic notch from the adult stage. This is not the case of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b) where the supratemporal does not enter the otic notch in the juveniles. In *Watsonisuchus magnus*, the supratemporal is partially entering the otic notch in the adult, when the entire 'fossa' is taken into account (SM, pers. obs. 2006, and Watson, 1962: fig.10; contra Damiani, 2001a: fig. 28).

6) Variation in the relative degree of hooking of the postorbital in the Malagasy material was firstly observed by Damiani (2001a), without recognizing a particular trend. We confirm there is a degree of variation in both

relative degree of hooking and anterolateral expansion of the postorbital in skull series of *E. madagascariensis* (Steyer, 2003: fig. 6), without showing any clear trend of change that can be linked unambiguously to ontogeny. The postorbital clearly becomes progressively hooked and expanded anterolaterally during ontogeny in both skull series of *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Hutchinson, 1988b; Warren & Schroeder, 1995) and *Benthosuchus sushkini* (Bystrow & Efremov, 1940).

7) Steyer (2003) pointed out that the tabular horns become progressively more posteriorly directed during growth. According to our observations, this does not occur in the whole growth series (Fig. 20B), and the variations among the specimens are sometimes so faint as to be insignificant.

8) The foramen magnum becomes comparatively smaller during the ontogeny of *E. madagascariensis* (e.g., Steyer, 2003: fig. 1B; Fig. 10).

9) The anterior concavity of the transvomerine tooth row is permanent through ontogeny of *E. madagascariensis* but with slight intraspecific variations that do not parallel growth (therefore not related to ontogeny) (Figs. 10, 20A). Similarly, the shape of the anterior palatal vacuity varies within the specimens of *Edingerella madagascariensis* (Figs. 10, 20A) without reflecting any ontogenetic trend (see Palate and neurocranium section).

10) Shape and confluence of the cristae muscularis appear to be related to ontogeny in *Warrenisuchus aliciae* (Warren & Schroeder, 1995). This seems to be the case in *Edingerella madagascariensis*, but it cannot be definitely

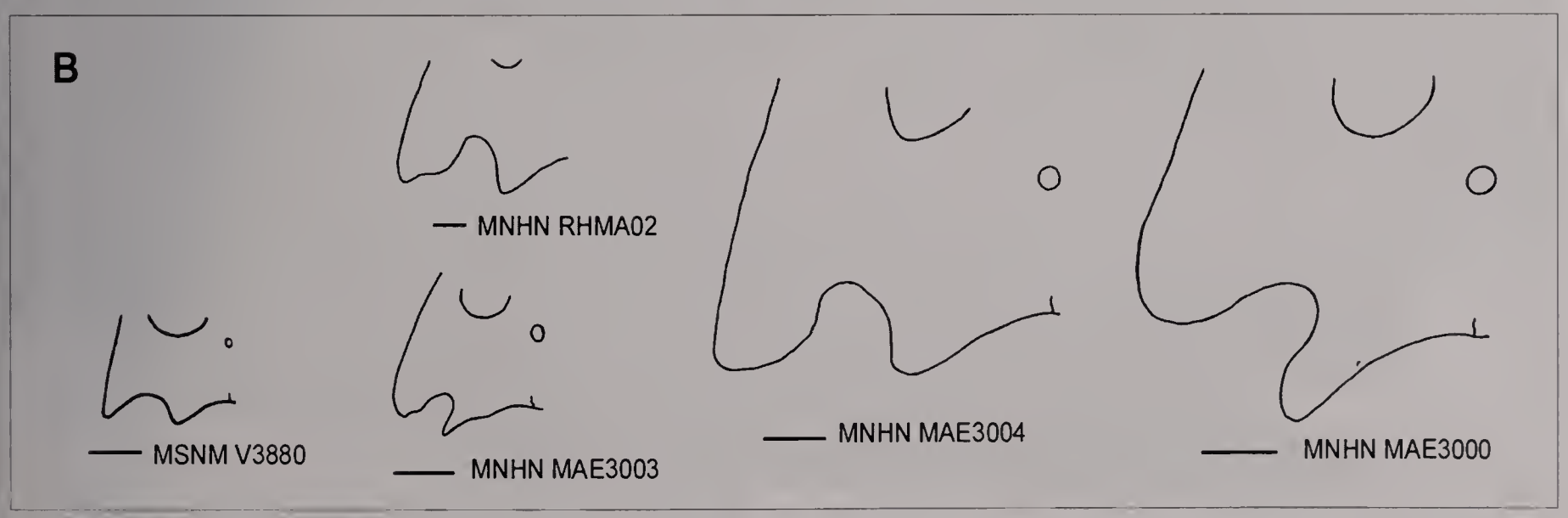


Fig. 20 - The anterior palatal region of MSNM V6237 (cast). Interpretative drawings of the anterior palatal region (A) and of the left postorbital region of the skull roof (B) of selected specimens of *Edingerella madagascariensis*. Scale bars equal 10 mm. (Photo and drawings SM).

Fig. 20 - Regione anteriore del palato dell'esemplare MSNM V6237 (calco) e disegni schematici della regione anteriore del palato (A) e della regione postorbitale sinistra del tetto cranico (B) di alcuni esemplari di *Edingerella madagascariensis*. La scala metrica equivale a 10 mm. (Foto e disegni SM).

Fig. 20 - Région palatale antérieure du spécimen MSNM V6237 (moulage). Dessins interprétatifs de la région palatale antérieure (A) et de la région postorbitaire gauche (B), basés sur une sélection de spécimens de *Edingerella madagascariensis*. Echelle 10 mm. (Photo et dessins SM).

proved, giving the low number of specimens preserving that area of the parasphenoid.

11) As the juvenile MNHN MAE3003 and the early adult MNHN RHMA02 preserve both postcranial elements, it is possible to estimate the skull size with the rest of the body: compared with the rest of the body, the juvenile skull is relatively larger than the early adult one (ratio between the length of known postcranial elements in MNHN MAE3003 and MNHN RHMA02: 1/3; ratio between skull length of MNHN MAE3003 and MNHN RHMA02: 1/2). This negative growth allometry of the skull size respect to the postcranial one is common in most extant and extinct vertebrates.

Skeletal reconstruction and "in vivo"restoration of *E. madagascariensis*

The reconstruction and restoration of *E. madagascariensis* are made at the adult stage (Figs. 23, 27-32). They are mainly based on MSNM V2992, MSNM V6237, MNHN MAE3002, MNHN MAE3003, MNHN MAE3032, and MNHN RHMA02, as well as on comparisons with other capitosaurs and modern tetrapods for the missing parts.

Skull and mandible - Skull reconstruction and restoration are mainly based on the specimen MSNM V2992 (see description). The mandible reconstruction and restoration are based on MNHN MAE3002 (Steyer, 2003). The occlusion is based on the early adult MNHN RHMA02 and on the juveniles MSNM V6237 and MNHN MAE3003: teeth and jaws of MSNM V6237 (Fig. 21) are indeed well preserved and show that, at closed jaws, the upper dentition always passes just slightly labial to the lower one, with the lingual side of the former eventually touching the labial side of the latter. The lateral margins of the tooth-bearing bones (i.e., premaxilla, maxilla, and dentary) are well aligned: the upper jaw is slightly overhanging the lower one anteriorly, but the latter is slightly overhanging the former laterally. This is a consequence of the gently anteroposterior curvature of the mandible, countered to the straight lateral margins and rounded tip of the skull roof. The longest dentary teeth, that are the anteriormost ones, fit into the processus fenestralis anterioris of the anterior palatal vacuity. The cast of the specimen MSNM V6237 beautifully illustrates also the change in the bony texture of the outer surface of the jaws respect to the neighbouring bones (see below).

Cranial and postcranial ornamentation - The cranial ornamentation (of anastomosed pits and grooves, see description) covers almost all the external surface of both skull and mandible. In these areas, the skin was presumably tightly attached to the bones, thus rendering the lower ornamentation externally visible, as in extant crocodiles but not like the smooth bones of extant amphibians such as the giant salamander *Andrias japanicus* (SM, pers. obs. 2007 on an unlabelled MSNM specimen). Janvier (1992) reported, in a trematosaurian temnospondyl, an unornamented belt running parallel to the tooth rows, on the outer surface of the maxilla and the dentary. A comparable, almost unornamented, area is also visible along the jaws of *E. madagascariensis* (see description and Fig. 21). This area is more extensive dorsoventrally on the dentary, and consists only of faint longitudinal wrinkles very

Fig. 21 - Specimen MSNM V6237 (cast) in anterolateral view, to show tooth occlusion and mandible ornamentation. (Photo Massimo Demma).
Fig. 21 - Esemplare MSNM V6237 (calco) fotografato in norma anterolaterale per mostrare l'occlusione dentaria e l'ornamentazione della mandibola. (Foto Massimo Demma).
Fig. 21 - Spécimen MSNM V6237 (moulage) en vue antérolatérale, montrant l'occlusion dentaire et l'ornementation mandibulaire. (Photo Massimo Demma).

different from the marked ornamentation on the neighbouring bony surfaces. It is also observed in the capitosaurs *Cyclotosaurus* (SM, pers. obs. 2007, and Sulej & Majer, 2005 for *C. intermedius*) and *Parotosuchus* (SM, pers. obs. 2007), the rhytidosteid *Mahavisaurus dentatus* (Maganuco *et al.*, in prep.), some trematosaurs (SM, pers. obs. 2007, and Steyer, 2002 for *Wantzosaurus elongatus*), and the metoposaurid *Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis* (Sulej, 2007). This pattern, however, is absent in lydekkerinids (Jeannot *et al.*, 2006; Maganuco *et al.*, in prep.) and in *Eryops* (SM, pers. obs. 2007). It could therefore represent a synapomorphy of the Stereospondyli secondarily lost in the lydekkerinids. Janvier (1992) suggested that these areas may support lips (hence larger on the lower than on the upper jaw) which could provide a hermetic closure of the mouth underwater. Following this functional hypothesis, it is possible that the absence of these unornamented areas in lydekkerinids and *Eryops* is related rather to their terrestriality (Pawley & Warren, 2005) than their phylogenetic position. Pending further investigations to test this hypothesis, we assume that these markedly different and almost smooth surfaces were covered in life by smooth skin. As for the body scales, dorsal midline scutes attached to the neural arch have been observed in *Eryops* (Moulton, 1974), whereas non-overlapping dorsal scales are characteristic of the Stereospondylomorpha according to Pawley (2006). They were observed in archegosaurids and rhinesuchids (Pawley, 2006; and references therein), *Paracyclotosaurus davidi* (Watson, 1958), and *Trematosaurus madagascariensis* (Janvier, 1992). Pawley (2006) described those cycloid dorsal scales as small, ovoid, plate-like structures with obvious growth rings, similar in morphology to the scales of fish, and covering the dorsal surface of the trunk and tail. Even if, in *E. madagascariensis*, the postcranial material is too scarce to observe any scale, we follow Pawley (2006) and suppose that *E. madagascariensis* was covered by non-overlapping dorsal cycloid scales, but not by the dorsal midline scutes observed in *Eryops* only.

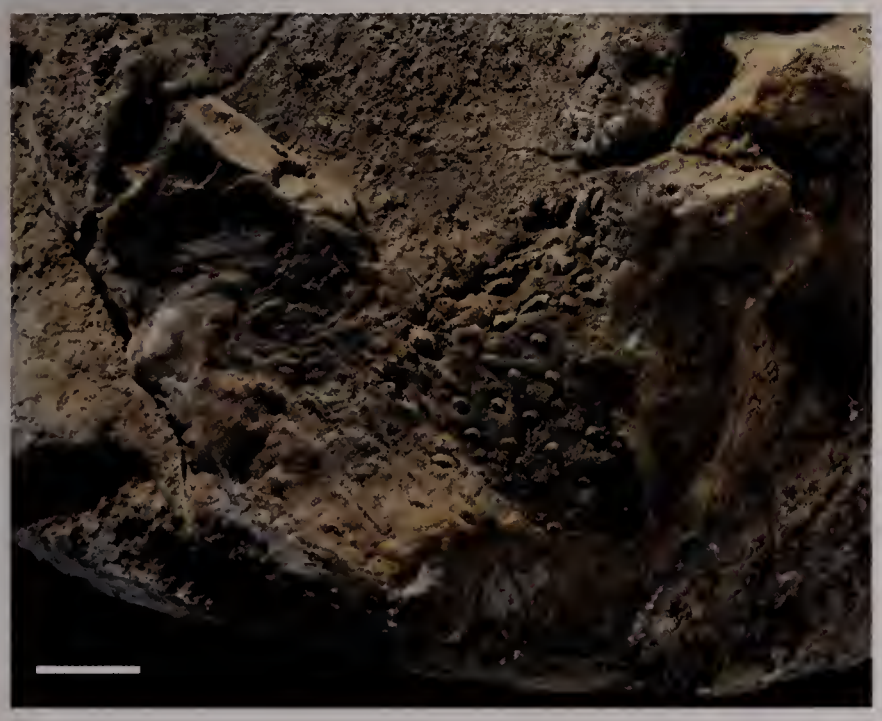


Fig. 22 - Ventral scutes of MNHN MAE 3011. Scale bar is 5 mm. (Photo Philippe Loubry, MNHN).
Fig. 22 - Squame ventrali dell'esemplare MNHN MAE 3011. La scala metrica equivale a 5 mm. (Foto Philippe Loubry, MNHN).
Fig. 22 - Écailles ventrales du spécimen MNHN MAE 3011. Echelle 5 mm. (Photo Philippe Loubry, MNHN).

As for the true dorsal osteoderms (or dorsal dermal ossicles), they are present in *Sclerothorax hypselonotus* and in plagiosauroids (plagiosaurs and *Laidleria gracilis*), but have not been reported, either in the two capitosaurs the postcranium of which is well known (*Paracyclotosaurus* and *Mastodonsaurus*, see Schoch *et al.*, 2007), or in any Malagasy temnospondyl. According to Pawley (2006), the distribution of osteoderms in the Temnospodyli is sporadic, and it is significant only at low taxonomic level. Therefore, none dorsal osteoderm is represented in our restoration of *E. madagascariensis*.

Moreover, Pawley (2006) described ventral scutes as spindle-shaped modified scales, with a ridge along the centre, and reported them in basal temnospondyls, archegosaurids, rhinesuchids, lydekkerinids, and plagiosauroids (e.g., *Laidleria gracilis*, *Gerrothorax sp.*). Scales exclusively present on the ventral body surface have been also described in *Australerpeton cosgriffi* (Dias & Richter, 2002) and *Platyoposaurus stuckenbergi* (Gubin, 1991) (As for *A. cosgriffi*, Dias & Richter observed Sharpey fibers in the periphery of the scales, suggesting they were strongly anchored to each other within the dermis and remained embedded in skin, and they grew by apposition of lamellar bone peripherally). Pawley (2006) suggested that the broad phylogenetic distribution of ventral scutes in temnospondyls strongly implies that their presence is ubiquitous. Following Pawley (2006), we can assume that these ventral, abdominal and rounded scutes were also present in *E. madagascariensis*. This is confirmed by the observations of Janvier (1992) on MNHN MAE3011, a specimen referred to ?*Wetlugasaurus* at the time but now to *E. madagascariensis*: under the microscope, these scales have indeed a regular shape, size, relief and arrangement, and a typical pointed or bumped relief in the centre (Fig. 22). They are associated laterally with fibres which suggest the typical, longitudinal, imbricated assemblage of the gastralia (per. obs.) (ventral scutes are indeed possibly homologous to the gastralia described in some archosaur reptiles and *Sphenodon* - Claessens, 2004).

Summing up, the ornamentation of *E. madagascariensis* is composed of a skin which is tightly attached to the sculptured skull and to the ventral scutes, with non-overlapped scales covering the trunk and the tail dorsally.

Postcranial skeleton - The postcranial skeleton of *E. madgascariensis* preserves most of the pectoral girdle, the left humerus, and disarticulated anterior vertebrae and ribs (MNHN MAE3002, MNHN MAE3003, MNHN MAE3032, MNHN RHMA02, and MSNM V6237). For the description, we refer to Steyer (2003) and to Lehman (1961, particulary for the adult MNHN MAE3032): MNHN MAE3032, attributed to "*Benthosuchus*" *madagascariensis* by Lehman, consists of a headless, partially articulated anterior half of a postcranial skeleton, missing most of the forelimbs and the anterior portion of both interclavicle and clavicles. It is attributed to *Edingerella madagascariensis* because it shows a robust humerus similar in shape and proportions to that of MNHN RHMA02 and MNHN MAE3003, and a rhomboid interclavicle (see Steyer, 2003). This rhomboid interclavicle is indeed very perculiar for the adult *E. madagascariensis* (see diagnosis above) because, by comparison, that of *Paracyclotosaurus davidi* (Sulej & Majer, 2005), *Sclerothorax hypselonotus* (Schoch *et al.*, 2007), and *Benthosuchus sushkini* (Bystrow & Efremov, 1940) has

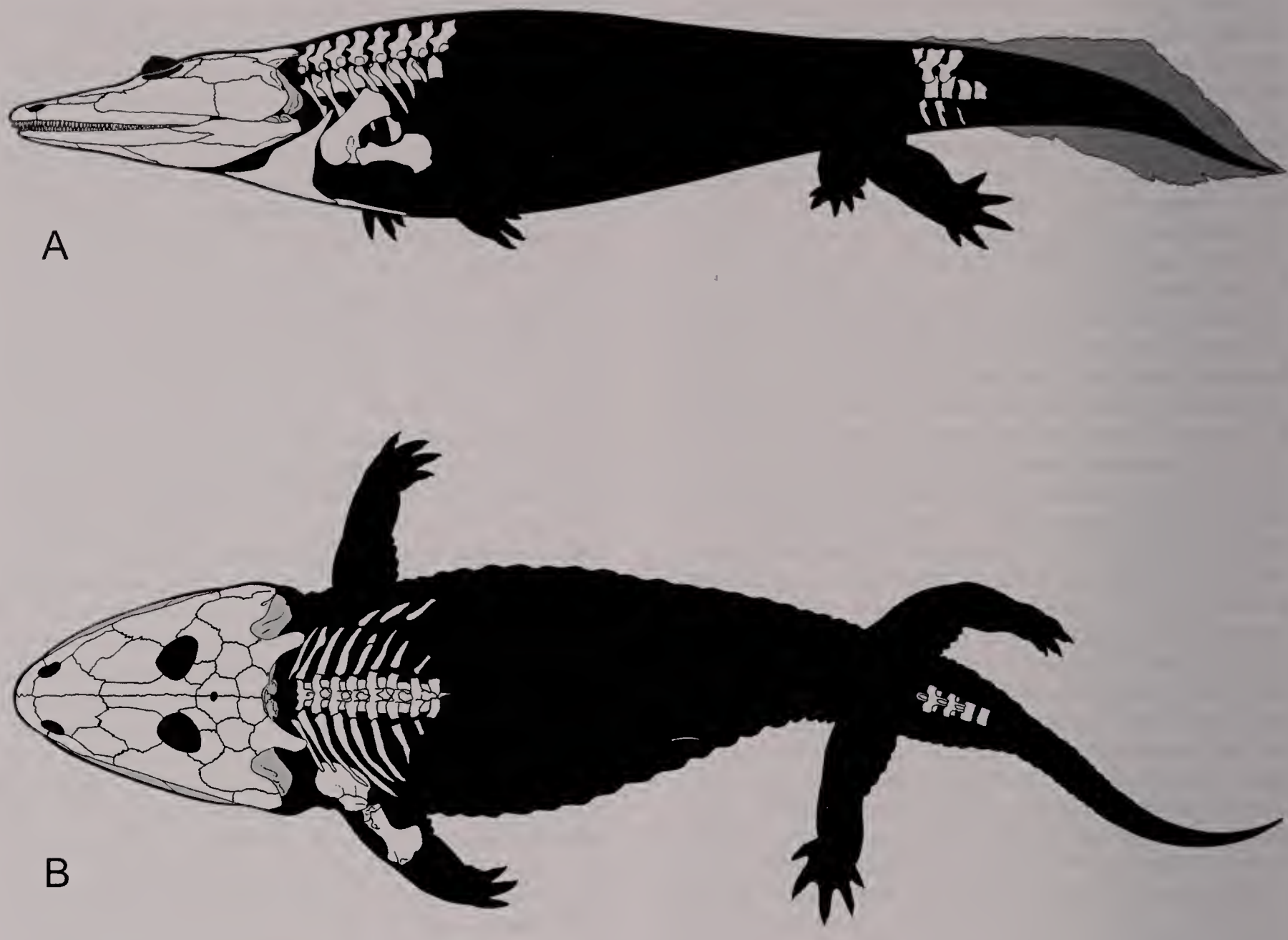


Fig. 23 - Composite skeletal reconstruction of an adult individual of *Edingerella madagascariensis* in lateral (A), dorsal (B), and ventral (C) views. The outlines of the unknown parts are mostly based on *Paracyclotosaurus davidi*. (Drawings MA).

Fig. 23 - Ricostruzione scheletrica composita di un individuo adulto di *Edingerella madagascariensis* in norma laterale (A), dorsale (B) e ventrale (C). Il profilo delle parti non conosciute è basato principalmente su *Paracyclotosaurus davidi*. (Disegni MA).

Fig. 23 - Reconstitution squelettique d'un individu adulte de *Edingerella madagascariensis* en vues latérale (A), dorsale (B), et ventrale (C). Les contours des parties manquantes sont extrapolés d'après la morphologie de *Paracyclotosaurus davidi*. (Dessins MA).

a convex posterior outline, that of *Cyclotosaurus intermedius* (Sulej & Majer, 2005) has a sinusoidal margin for the contact with the clavicle, and that of *Mastodonsaurus giganteus* (Schoch, 1999) is more slender. On the other hand, the interclavicle of the adult MNHN MAE3032 differs from that of the juvenile MNHN MAE3003 by its more accentuated posterolateral concavities only. It is virtually indistinguishable from that of the early adult MNHN RHMA02. The proportions of the postcranial of MNHN MAE3032, scaled with the postcranial and cranial skeleton of MNHN RHMA02, suggest, for the first specimen, an hypothetical skull length of about 110-120 mm (possible positive growth allometry of the body respect to the head being taken into account). This estimated skull length is therefore very close to that of MNHN MAE3002. With the relatively strong ornamentation and ossification degree of its scapular elements, this suggests that MNHN MAE3032 is a late adult individual (of the same size than MNHN MAE3002). Interestingly, the portions of the pectoral girdle (associated with the skull) of MNHN MAE3002, correspond more or less to the few missing anterior postcranial portions of MNHN MAE3032. Thus, taken together, MNHN MAE3032 and MNHN MAE3002 form a composite skeleton that corresponds to the most comprehensive idea of the shape and proportions of an adult *E. madagascariensis*. Following these assignment and interpretation of the postcranial MNHN MAE3032, we focused our attention on the features useful for a comparison with other stereospondyls, in order to attempt a skeletal reconstruction and to infer the mode of life of the species. In *E. madagascariensis*, as in other capitosaurs (e.g., *Stanocephalosaurus pronus*, Howie, 1970), the clavicles-interclavicle complex forms a very large, ventral plate beneath the pectoral region, extending up to the posterior portion of the head, similar to the reinforced hull of boats, probably protecting thoracic organs and throat from predators and pressures from the ground. This complex functioned also as a strut for the pectoral region and a efficient system of ridges for the attachment of the cleidomastoideus muscle (see mode of life below). The humerus and the scapulocoracoid (Lehman, 1961: pl. X) of *E. madagascariensis* are more ossified and robust than those of short-faced stereospondyls, trematosaurs (including *Benthosuchus*), and derived capitosaurs (e.g., *Stanocephalosaurus pronus* and *Mastodonsaurus*) (Warren & Snell, 1991). This suggests a relatively less aquatic way of life of *E. madagascariensis* compared with the aquatic existence of the taxa mentioned above (Carroll, 1988). The deltopectoral crest and the supinator process of the humerus of *E. madagascariensis* are more prominent than those of *Stanocephalosaurus pronus* (Howie, 1970), and even more developed than those of *Cyclotosaurus intermedius* (which also shows a less developed entepicondyle, see Sulej & Mayer, 2005). The humerus of *E. madagascariensis* is therefore stout, as is the case in *Sclerothorax hypselonotus* (which preserves neither the supinator process nor the deltopectoral projection, see Schoch *et al.*, 2007) or in *Paracyclotosaurus davidi* (which preserves, with its similar degree of ossification and its well developed deltopectoral crest, the most comparable humerus within the capitosaurs, see Watson, 1958). Based on this long bone similarity, we therefore reconstructed the outlines of the missing appendicular elements of *E. madagascariensis* using *Paracyclotosaurus davidi* (Fig. 23). As for the fingers, we inferred the manus of *E. madagascariensis* with four digits, which correspond to a synapomorphy of the temnospondyls (Shishkin *et al.*, 2000). The anterior presacral vertebrae of MNHN MAE3032 are typical for capitosaur stereospondyls. The neural spines are low compared with those of *Sclerothorax* (Schoch *et al.*, 2007), being more comparable in height to those of *Paracyclotosaurus* and *Mastodonsaurus* (Schoch & Milner, 2000). The posterior presacral vertebrae are not preserved in any *E. madagascariensis* specimen. We reconstructed the outlines of the missing vertebrae (tail included) on the basis of those of *Paracyclotosaurus davidi* because 1. both have vertebrae of the same length, with the same interdistance 2. we postulated that both have similar vertebral count and column proportion: indeed, the length of the centra is roughly constant along the whole presacral series in capitosaurs, and the presacral vertebral count is roughly the same within the group. Lehman (1961: pl. XI, C) figured vertebrae tentatively assigned to caudals (just posterior to the ones bearing caudal ribs) of a "?Benthosuchidé", which could belong to *E. madagascariensis*: with their neural arches twice higher than their intercentra (being as long as the haemal arches), these caudals are dorsoventrally high and laterally flattened, i.e. they belong to a well effective propulsive tail underwater. Similar proportions of the elements of the tail are visible also in *Sclerothorax hypselonotus*, for which, however, Schoch *et al.* (2007) did not postulate such propulsive use. As for the aquatic temnospondyl locomotion, Howie (1970) suggested that the capitosaurs swam by flexion of the relatively large, laterally flattened tail only. This tail propelled the animal while the relatively short trunk remained largely stiff (as a consequence of the stereospondyl condition of the trunk and presence of uncinate processes in dorsal ribs), like tadpoles or crocodiles rather than eels. Short trunks indeed go against a total flexion of the body (e.g., that in eel-like form of locomotion) which may be used more by trematosaurids (e.g., Steyer, 2002) than capitosaurs. Another locomotion type, similar to that of plesiosaurs, has been hypothesized by Sulej (2007: fig. 72) for the metoposaurids, by a symmetrical and simultaneous movements of the limbs bearing paddle-like enlarged manus and pes, with the trunk particularly stiffened by the interecentral position of the parapophyses, and the flexible, high-dorsoventrally tail probably used as a rudder. Howie (1970) also argued that the dorsal and ventral ossifications would have provided a framework for the attachment of a fleshy tail fin. Pawley (2006) observed that dorsal and ventral caudal fleshy fins are known in larval temnospondyls (e.g., Werneburg, 2002), but this could remain also in adult individuals (extant salamanders loose their caudal fleshy fin during the metamorphosis, this lost marking the transition from aquatic to terrestrial locomotion; however, as stated by Schoch, 2001, the temnospondyls do not have a definite metamorphosis, and it must be taken into account that most of the derived stereospondyls are secondarily semi-aquatic or aquatic in all growth stages, and have a paedomorphic postcranial skeleton). Pending further discoveries, we reconstructed the tail of *E. madagascariensis* with a fleshy fin (Figs. 23C, 28, 31).

Palaeoecology and mode of life of *E. madagascariensis*

Sensory-lines - An indirect indication of the adulthood of the specimens of *E. madagascariensis* is given by the well developed lateral-line system (Figs. 6, 17B, C). This feature usually suggests an aquatic way of life rather than indicating an ontogenetic stage, but Steyer (2003) noted that the dermosensory canals apparent in juveniles appear more incised in the adult, where, in addition, some other canals appear in the posterior half of the skull during growth. According to him, *E. madagascariensis* may have undergone different ecophases during its ontogeny, with an adult possibly and relatively more aquatic (in the sense of lifetime under water) than a juvenile stage. Besides the time these canals are used (aquatic juveniles versus very aquatic adults), another possibility could be linked to the aquatic environments in which they are used (juveniles in clear water versus adults in muddy/dark waters). As a matter of fact, Soares (2002) pointed out that the dome-like, pigmented structures (dome pressure receptors) covering the foramina on the outer bony wall of the jaws of the crocodilians (Fig. 24) give the snout a tactile function, useful for locating wave-transmitted prey movements during aquatic hunting in muddy water (Fig. 25) or during night. The sensory lines of *E. madagascariensis* and other temnospondyls could have had the same function, and it is possible that the development of these sensory organs (like those in the skin, not passing through canals on the bone surface, therefore not fossilizing) was high also in species hunting in muddy waters and could have changed during ontogeny in species with adults and juveniles exploiting prey living in different habitats (as it could be the case in *E. madagascariensis*). This tactile function seems to have evolved also in other non-fully aquatic or terrestrial vertebrates hunting in water, such as the spinosaurid theropods, which possess enlarged pits on the snout (e.g., Dal Sasso *et al.*, 2005) and, according to Taquet (1984) and Holtz (2003), might have hunted in rivers in a manner similar to herons or bears.

Fig. 24 - An adult specimen of *Alligator sinensis* living at "La Ferme aux Crocodiles, Pierrelatte, France". The small, pigmented domes, the distribution of which resembles a beard, represent the dome pressure receptors (DPRs). (Photo SM).
Fig. 24 - Un esemplate adulto di *Alligator sinensis* presso la "La Ferme aux Crocodiles, Pierrelatte, France". I piccoli duomi pigmentati, la cui distribuzione ricorda una barba, rappresentano i recettori di pressione a forma di duomo (DPRs). (Foto SM).
Fig. 24 - Un spécimen adulte d'*Alligator sinensis* vivant à La Ferme aux Crocodiles de Pierrelatte, France. Les petits dômes colorés dont la distribution évoque une barbe, sont des récepteurs de pression (DPRs). (Photo SM).

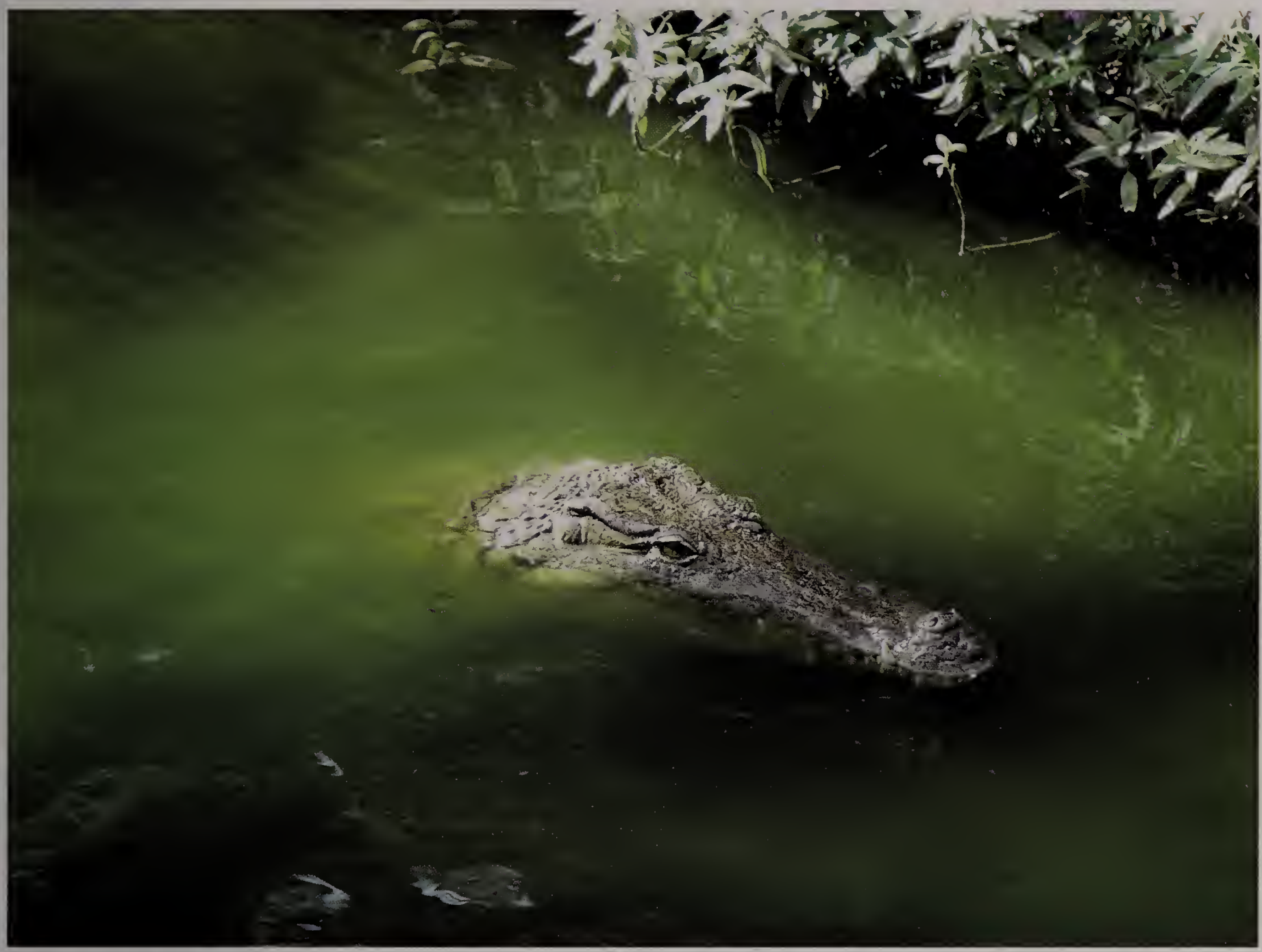


Fig. 25 - An adult specimen of *Crocodylus niloticus* hunting in the muddy waters of "La Ferme aux Crocodiles, Pierrelatte, France". (Photo SM).
Fig. 25 - Un esemplare di *Crocodylus niloticus* a caccia nelle acqua torbide de "La Ferme aux Crocodiles, Pierrelatte, France". (Foto SM).
Fig. 25 - Un spécimen adulte de *Crocodylus niloticus* chassant en eau trouble à La Ferme aux Crocodiles de Pierrelatte, France. (Photo SM).

Feeding strategy, locomotion, and comparisons - The dentition of *E. madagascariensis* indicates a carnivorous diet. Assuming an aquatic to amphibious mode of life for this species (see below and Fig. 27), the finely pointed teeth with oval cross section may function as piercers and graspers rather than slashers and slicers, holding on slippery soft-bodied invertebrates and small vertebrates (like the well documented coeval osteichthyans, e.g., Beltan, 1996, or smaller, juvenile individuals of coeval amphibians) rather than crushing invertebrate shells. Damiani (2001b) proposed that capitosaurs captured prey by rapid sideways sweeps of the head during active swimming (see also Howie, 1970; Chernin, 1974; Schoch & Milner, 2000); the jaws probably remained shut initially so as to reduce drag, and opened just immediately before striking (Taylor, 1987, described such skull movements in modern crocodilians). The cleidomastoideus muscles formed the principal skull-raising system in capitosaurs; their contraction raising the skull, while the contraction of the depressor mandibulae muscle is lowering simultaneously the lower jaw (Howie, 1970: text-fig. 21). Each muscle ran between the dorsal process of the clavicle and a pronounced flange on the tabular. The posterior extension of the tabular may also have increased the muscle strength by elongating the lever arm (Sulej & Majer, 2005: text-fig. 9). This is biomechanically linked with a deeply concave posterior skull margin like that of *E. madagascariensis* or *Cyclotosaurus robustus*, both probably possessing very strong skull elevator muscles, an important condition given that they had an enlarged snout exerting substantial drag in water (Taylor, 1987). In most capitosaurs, including *E. madagascariensis*, the mandibular articulation lies on the same level as the tooth row (Schoch & Milner, 2000: fig. 90). *Paracyclotosaurus davidi* differs in having the glenoid in a higher position (Sulej & Majer, 2005: text-fig. 5), increasing the lever arm of the mandibular adductor, but decreasing the strength of the bite (Hilderbrand, 1974). If *P. davidi* snapped its prey in the air, as postulated by Sulej & Majer (2005), in effect the muscles raising the skull could have been weaker than those of aquatic animals, being the resistance of the medium much lower in air than in water. This might also be the reason why the posterior border of the skull roof was less concave in *P. davidi* than in *Cyclotosaurus robustus*

(Sulej & Majer, 2005: text-fig. 9) or *E. madagascariensis*. According to Sulej & Majer (2005), *Cyclotosaurus intermedius* was aquatic but hunted toward the water surface; *C. robustus* was aquatic and benthic; *P. davidi* was semi-aquatic, maybe hunting just under the water surface. Sulej & Majer (2005) pointed out that the massive girdle of *P. davidi* supports the hypothesis that the animal may have been semi-aquatic (de Fauw, 1989), waiting in the shallows to catch animals coming to the water. Watson (1958) suggested that *P. davidi* was able of neutral buoyancy and moved in the water by touching the ground with its digits, in a submerged walking similar to the locomotion of the extant 'walking' lungfishes. As regards feeding strategies, *E. madagascariensis* appears less specialized than both *P. davidi* and *Cyclotosaurus*, but it probably had skull elevator muscles powerful enough to well defeat the drag of the water. Its snout is relatively shorter and thinner than that of *Cyclotosaurus*, its orbits and postorbital portion are more elevated than those of *Cyclotosaurus* but similarly facing dorsally. Thus, as reported by Steyer (2003), *E. madagascariensis* was not specialized towards a passive hunting strategy, either at the bottom (the "benthic death traps" model of Ochev, 1966) or just under the water surface (Konzhukova, 1955): it is equally parsimonious to postulate that it probably hunted in both manners. The presumably robust postcranial skeleton allowed lifting the body above the ground, protected ventrally by the pectoral girdle and the ventral scutes, while walking on land or on the bottom, as suggested for *P. davidi*. This possible robust postcranial skeleton, and particularly the scapular one, suggests rather a terrestrial mode of life, although the sensory line canals suggest rather an aquatic mode of life. This is not contradictory because, as hypothesised by Schoch *et al.* (2007) for *Sclerothorax hypselonotus*, a terrestriality degree could be well linked with a semi-aquatic mode of life in environments subject to strong seasonality (see below). On the other hand the presence of a dermal armour in *Sclerothorax* does not necessarily imply a terrestrial mode of life: Pawley (2006) indeed suggested that the dermal armour of some temnospondyls may have been performed a function similar to that exemplified by Salisbury & Frey (2000) for the paravertebral osteoderms in crocodiles, useful to improve the efficiency in locomotion in both aquatic and terrestrial environments.

Scales - Dias & Richter (2002) suggested the ventral scales of *Australerpeton cosgriffi* are multi-functional; between calcium reservoir, hydrostatic balance and mechanical protection (hence forming a ventral reinforced plastron together with the ventral elements of the pectoral girdle, see Pawley, 2006). Presence of scales and scutes usually does not allow a cutaneous respiration, at least in the portions of the body covered by these dermal elements. Bystrow (1947) suggested that the Late Permian Russian temnospondyls were xerophilous (lacking any extensive blood supply to the skin, and therefore without significant cutaneous respiration) whereas the Triassic ones (e.g., *Benthosuchus*, *Wetlugasaurus*) were hydrophilous (the blood supply to the skin was extensive and the cutaneous respiration presumably well developed). According to our phylogeny, hydrophily (or significant cutaneous respiration or absence of scutes on most of the body surface) is an inferred synapomorphy of the clade Trematosauria + Capitosauria, and, as a consequence, may be also present in *E. madagascariensis*.

Summary of the palaeoflora, palaeofauna and palaeoenvironment of the Ankitokazo Basin

The fossils from the Ankitokazo Basin are known since Douvillé (1910), so that palaeofloral and palaeofaunal information is spread around in a century of literature. For this reason, we present here a brief summary of this hundred-year-old knowledge on palaeoflora, palaeofauna, and palaeogeography, with some remarks.

The scarcity of accurate geological information renders difficult to test any palaeoenvironmental hypothesis and to reconstruct palaeofaunal and - especially - palaeofloral assemblages. The first and unique attempt to study in detail the geology of the Early Triassic fossiliferous layers of the Ankitokazo Basin was made by Besairie (1972). Subsequently, only approximate information about the basin infilling, lithostratigraphic units, and fossiliferous levels has been collected, albeit important data were recently collected by Yanbin *et al.* (2002). As mentioned above, these authors reported the frequent occurrence of the conchostracan *Eustheria* (*Magniestheria*) *truempyi*, in the Ankitokazo Basin concretions, associated with vertebrate and invertebrate fauna: this species represents an important biostratigraphic marker for the Olenekian substage (Early Trias). A synthesis of the Triassic palaeoenvironments of NW Madagascar is in progress by some of us - GP, SM, JSS - and will include new, accurate field data and geological information. In the lack of a more accurate geological (sedimentological and stratigraphical) analysis of the fossil bearing levels of the Ankitokazo Basin, we tentatively suggest a palaeoenvironmental reconstruction based on the consensus of the field data we formerly collected and of the data taken from literature.

Palaeogeography and palaeoclimate - The exact location of Madagascar during the Lower Triassic remains uncertain because of the poor quality of the palaeomagnetic data obtained from the rock samples which are usually remarkably weathered, especially those from the Sakamena Group (Rakotosolofo *et al.*, 1999). However, the reconstruction of Pangaea by Lottes & Rowley (1990) suggests that the southern part of the island was located at ≈28°S of paleolatitude, i.e. closer to the Palaeoequator than it was in the Carboniferous/Permian (estimated paleolatitude 55°S). A moonsonal, sub-tropical climate dominated Madagascar during the Lower Triassic, especially in its northern part (Ziegler *et al.*, 2003). In addition, NW Madagascar (e.g., Ankitokazo Basin) was lapped by warm, shallow waters of the Somalian-Madagascar Gulf of the southern Thethys (Fig. 26), with repeated transgression-regression cycles that certainly affected the climatic, environmental and biological evolution of this area, at least along the circumlittoral zone (Wells, 2003).

Palaeoflora - The flora from the Early Triassic of the Ankitokazo Basin is very scarce and little documented (whereas that from the Sakoa-Sakamena Groups of SW Madagascar is abundant and diversified, e.g., Zeiller, 1911; Carpentier, 1935, 1936; de Jekowsky & Goubin, 1963). In the nodules of the Ankitokazo Basin, only five very fragmentary remains have been found on 10,000 nodules inspected by one of us (GP). Doubtful fragments have also been mentioned by Vaillant-Couturier Treat (1933), and plant impressions reported in the late Early Triassic micaceous and sandstony shales ("Schistes d'Iraro") by Besairie (1965), who also reported pterydo-

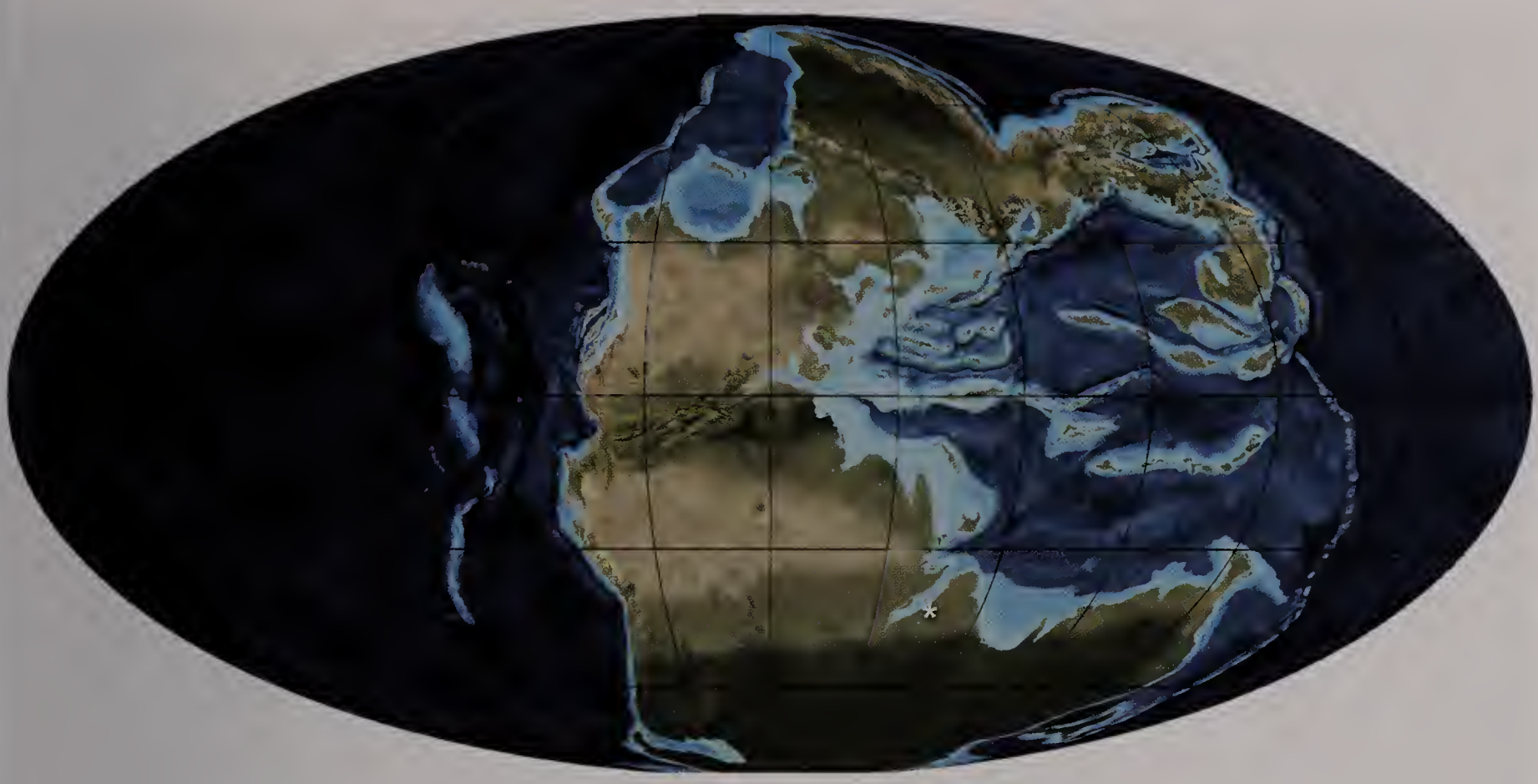


Fig. 26 - Mollweide (oval globe) projection showing global palaeogeography for Early to Middle Triassic - 240 Ma. The white asterisk indicates the position of NW Madagascar, lapped by waters of the Somalian-Madagascar Gulf of the southern Thethys. (Map kindly provided by Ron Blakey, based on the original map by Blakey, 2007).
Fig. 26 - Proiezione ovale del globo (Mollweide) mostrante la paleogeografia globale nel Triassico inferiore-medio, circa 240 milioni di anni fa. L'asterisco bianco indica la posizione del Nord-Ovest del Madagascar, lambito dalle acque del Golfo Somalo-Malgascio del Sud della Tetide. (Mappa gentilmente concessa da Ron Blakey, basata sulla mappa originale pubblicata da Blakey, 2007).
Fig. 26 - Carte paléogéographique globale au Trias Inférieur/Trias Moyen (- 240 Ma). L'astérisque blanc indique la position de la partie Nord-Ouest de Madagascar, drainée par les eaux du Golfe Somalien-Malgache de la partie méridionale de la Téthys. (Avec l'aimable autorisation de Ron Blakey, d'après une carte originale de Blakey, 2007).

phyte spores, gymnosperm pollens, and the brown slime alga *Verachium* (Besairie, 1972) on the basis of the few palynological data on the microflora provided in the first half of the last century by the Institut Français du Pètrole, as reported by Besairie, 1972.

This poor preservation might be a consequence of the non-authigenic or cementation of plants in the concretions (Stewart & Rothwell, 1993), or of peculiar physico-chemical conditions of the sedimentary environment, or of the poor development of the plant community, or of the fragmentation and dispersal of the plant remains because of a long transportation to the basin. Beltan (1996) reported, in the Ankitokazo Basin, but without giving any provenance, *Schizoneura* (a typical Gondwanan equisetal from estuarine or marshy palaeoenvironments), *Pleuromeia* (an Eurasiatic isoetalian described as a unbranched plants growing vertically no higher than 2 metres, with elongate, lanceolate leaves, see Archangelsky, 1970), lycopodiales, *Araucaria* or Voltziales-like conifers, arboreal gymnosperms (the cosmopolitan *Lepidopteris* and the Gondwanan *Dicroidium* 10 m in height and 1 m in diameter), and "fern" remains. This rather Gondwanan assemblage indicates riparian forests or woodlands in open floodplains (Anderson & Anderson, 1999), with "herbaceous" communities colonizing the sandbars of the braided rivers or bordered channels, lagoons and marshes. This low plant diversity also suggests a subtropical, semi-arid and/or monsoonal climate which might be influenced by the circulation of the temperate waters in the Somalian-Madagascar Gulf.

Palaeofauna – No terrestrial "invertebrates", such as flying insects and arthropods, are yet known in the Basin (this should be expected in association with the flora). However, the aquatic "invertebrate" fauna is very rich and comprises brachiopods, gasteropods, bivalves, ammonoids, nautiloids (Douvillé, 1910; Collignon, 1934; Besairie, 1972; Vinassa Guaraldi de Regny, 1993, 1994), annelids (Alessandrello, 1990; Alessandrello & Bracchi, 2005), thylacocephalans (Arduini, 1990), decapod crustaceans (Garassino & Teruzzi, 1995; Garassino & Pasini, 2002; Garassino & Pasini, 2003), cycloids (Brambilla *et al.*, 2002; Garassino & Pasini, 2002, 2003; Pasini & Garassino, 2006), conchostracans (Yanbin *et al.*, 2002), xiphosurans (Hauschke *et al.*, 2004), as well as coelenterates, sponges and possible ?holothurians (Vaillant-Couturier Treat, 1933, although they were not adequately described and figured, and their occurrence has not been confirmed by successive findings); the presence of *Solenophora* (red algae) and *Cyatophillum* is postulated by Beltan (1996). As for the vertebrate fauna, it includes; osteichthyans mostly (Priem, 1924; White, 1933; Moy Thomas, 1935; Piveteau, 1927, 1934, 1946a,b; Lehman, 1948, 1952, 1953, 1956; Beltan, 1968, 1996; Barbieri, 1991); chondrichthyans (Thomson, 1982); several temnospondyls (Piveteau, 1956) such as the capitosaur *Edingerella madagascariensis* (e.g., Steyer, 2003; this study), the lydekkerinid *Deltacephalus whitei* (Hewison, 1996), the rhytidosteid *Mahavisaurus dentatus* (Lehman, 1966; Maganuco *et al.*, in prep.), and

Fig. 27 - Restoration of *Edingerella madagascariensis*, hunting small osteichthyan fishes of the species *Australosomus merlei.* (Digital painting AB - www.paleospot.com).
Fig. 27 - Ricostruzione di *Edingerella madagascariensis*, nell'atto di cacciare piccoli pesci osteitti appartenenti alla specie *Australosomus merlei.* (Dipinto digitale AB - www.paleospot.com).
Fig. 27 - Restauration de *Edingerella madagascariensis*, chassant un petit ostéichtyen (*Australosomus merlei*). (Peinture digitale AB - www.paleospot.com).

the trematosaurids *Wantzosaurus elongatus* (Lehman, 1961; Steyer, 2002), *Tertremoides madagascariensis* (Lehman, 1966; 1979; Schoch & Milner, 2000; Maganuco & Pasini, 2009); the peculiar proanuran *Triadobatrachus* (e.g., Piveteau, 1936; Rage & Roček, 1989), the younginiform *Hovasaurus* (Ketchum & Barrett, 2004, although of questionable provenance according to GP), the procolophonid *Barasaurus* (Lehman, 1966; Ketchum & Barrett, 2004; Damiani, pers. comm. 2006 about a specimen identified as an "eosuchian" by Lehman, 1966), and possibly new small basal diapsids (Pasini & Maganuco, in prep.). Most of these "invertebrates" and vertebrates are aquatic and euryhaline, yet probably not fully pelagic: according to Yanbin *et al.* (2002), who based their assumptions on taphonomic evidence, faunal assemblage, and comparisons with related forms (both extant and extinct forms, the latter from localities geologically well known), this fauna - including the conchostracan *Eustheria* (*Magniestheria*) *truempyi* - inhabited brackish water in estuarine/deltaic rivers and streams, coastal lagoons, and coastal, shallow marine, environments. This is apparently the case of *E. madagascariensis* which was probably eurhyaline. Eurhyalinity has already been observed in Triassic trematosaurs (Cosgriff, 1984), plagiosaurs (Shishkin *et al.*, 2000), and in a Late Carboniferous/Early Permian eryopoid (Laurin & Soler-Gijon, 2006).

Comments - The Stereospondyli originated from a terrestrial temnospondyl ancestor and most of them are secondarily aquatic (Warren, 2000). In the light of our phylogeny, their terrestrial ancestor is close to the terrestrial lydekkerids (Jeannot *et al.*, 2006) and to the terrestrial rhinesuchids (Pawley & Warren, 2005). The shift of the stereospondyl ecological niches from terrestrial to (semi) aquatic may be linked with competition with (semi) aquatic reptiles like parasuchians. This shift did not yet affect all the stereospondyls, as some (like basal capitosaurs) retained a certain degree of terrestriality potentially useful to survive in environment subject to strong seasonality. This palaeoecological plasticity is linked with the phenotypic plasticity of the stereospondyls which is also linked with their complex ontogeny (e.g., Steyer, 2001), allowing a wide range of possibilities to quickly "response" to palaeoenvironnemental changes.

Fig. 28 - 3D restorations of *Edingerella madagascariensis* in several views. (Sculpture and modelling made under the software Z-Brush version 2 by MB, www.hox.fr).
Fig. 28 - Ricostruzione 3D di *Edingerella madagascariensis* in differenti norme. (Scultura e modellamento realizzati con il software Z-Brush versione 2 da MB, www.hox.fr).
Fig. 28 - Restaurations 3D de *Edingerella madagascariensis* sous divers angles. (Sculpture et modèle réalisés sous Z-Brush version 2 par MB, www.hox.fr).

Fig. 29 - 3D restoration of the head of *Edingerella madagascariensis* in laterodorsal view. (Sculpture and modelling made under the software Z-Brush version 2 by MB, www.hox.fr).
Fig. 29 - Ricostruzione 3D della testa di *Edingerella madagascariensis* in norma laterodorsale. (Scultura e modellamento realizzati con il software Z-Brush versione 2 da MB, www.hox.fr).
Fig. 29 - Restauration 3D de la tête de *Edingerella madagascariensis* en vue latérodorsale. (Sculpture et modèle réalisés sous Z-Brush version 2 par MB, www.hox.fr).

Fig. 30 - 3D restoration of *Edingerella madagascariensis* in ventral and dorsal views. (Texturing and colouring made under the software Z-Brush 3.1 and Photoshop CS 2 by SL, www.hox.fr).
Fig. 30 - Ricostruzione 3D di *Edingerella madagascariensis* in norma dorsale e ventrale. (Colorazione e apposizione delle texture realizzate con i software Z-Brush 3.1 e Photoshop CS 2 da SL, www.hox.fr).
Fig. 30 - Restauration 3D de *Edingerella madagascariensis* en vues ventrale et dorsale. (Texture et coloration effectuées sous Z-Brush 3.1 et Photoshop CS 2 par SL, www.hox.fr).

Fig. 31 - 3D restoration of *Edingerella madagascariensis* in dorsolateral and lateral views. (Texturing and colouring made under the software Z-Brush 3.1 and Photoshop CS 2 by SL, www.hox.fr).
Fig. 31 - Ricostruzione 3D di *Edingerella madagascariensis* in norma dorsolaterale e laterale. (Colorazione e apposizione delle texture realizzate con i software Z-Brush 3.1 e Photoshop CS 2 da SL, www.hox.fr).
Fig. 31 - Restauration 3D de *Edingerella madagascariensis* en vues dorsolatérale et latérale. (Texture et coloration effectuées sous Z-Brush 3.1 et Photoshop CS 2 par SL, www.hox.fr).

CONCLUSIONS

The studied material, from the Lower Triassic (Olenekian) of Madagascar, represents the best preserved and the largest cranial specimen of the capitosaurian temnospondyl *Edingerella madagascariensis*. It addresses our knowledge on the anatomy of the taxon and of the group. Major novelties are in the interpretation of the structures visible in palatal view, and in particular of the parasphenoid anatomy (e. g., presence of the parasphenoid groove, shape of the cultriform process). The phylogenetic analysis (86 characters and 45 taxa), performed to test the position of this taxon within the stereospondyls, reveals that the species *Edingerella madagascariensis* and *Warrenisuchus aliciae* comb. nov. do not belong to the genus *Watsonisuchus*, which now comprises *W. magnus* (type species), *W. gunganj*, and *W. rewanensis*. This phylogeny also supports the presence of a clade of short-faced basal stereospondyls and the division of the advanced stereospondyls in two groups; the Trematosauria (*Benthosuchus* included) and the Capitosauria. Remarks on the ontogentic differences between adult and juvenile individuals of *E. madagascariensis* are presented: compared with previous works, they deal with the shape variation of the pineal foramen, the opening degree of the parasphenoid groove, and the ratios between skull and postcranial elements in juveniles and adults. A new skeletal reconstruction of a late adult individual is presented. It is based on material referable to *E. madagascariensis* (skulls, mandibles, anterior portion of a postcranial skeleton, caudal vertebrae and ventral scutes). The unpreserved but reconstructed attributes (e.g., posterior half of the postcranial skeleton incl. tail fin and dorsal scutes) have been inferred on the basis of the cladistic and ontogenetic distribution of known features in most related taxa like *Paracyclotosaurus*. An innovative digital three-dimensional restoration is presented. Based on its overall skeletal anatomy, *E. madagascariensis* is regarded as a carnivorous, possibly fish-eating, semi-aquatic and euryhaline capitosaur, inhabiting rather estuarine and/or deltaic environments. It may swim by lateral undulations of the

Fig. 32 - 3D restoration of the anterior half of *Edingerella madagascariensis* in dorsolateral view. (Texturing and colouring made under the software Z-Brush 3.1 and Photoshop CS 2 by SL, www.hox.fr).
Fig. 32 - Ricostruzione 3D della metà anteriore di *Edingerella madagascariensis* in norma dorsolaterale. (Colorazione e apposizione delle texture realizzati con i software Z-Brush 3.1 e Photoshop CS 2 da SL, www.hox.fr).
Fig. 32 - Restauration 3D de la première moitié (antérieure) de *Edingerella madagascariensis* en vue dorsolatérale. (Texture et coloration effectuées sous Z-Brush 3.1 et Photoshop CS 2 par SL, www.hox.fr).

tail (propulsion) and may walk as the extant 'walking' lungfishes (as suggested by Watson, 1958, for *Paracyclotosaurus*). The adults may hunt fishes or juvenile amphibians like extant crocodiles, i.e. using their lateral line system, as the sensorial pits on the snout of the latter, to locate wave-transmitted prey movements in muddy or dark water. A summary of the present knowledge about flora and fauna from the Early Triassic of the Basin, as well as a short palaeogeographical review of the location of Madagascar at that time suggest that *E. madagascariensis* was living under a semi-arid and/or moonsonal, sub-tropical climate. Available data on taphonomy and faunal assemblage permit the hypothesis that most of the faunal components, including *E. madagascariensis*, inhabited estuarine/deltaic and coastal, shallow marine, environments. Nevertheless, further discoveries and, above all, a proper geological analysis of the fossil-bearing levels of the Ankitokazo Basin are needed to support any palaeoenvironmental hypotheses and to better characterize the deposition setting of the recovered stereospondyl material.

Acknowledgements

We are grateful to the Ministère de l'Energie et des Mines, and the Direction des Mines et de la Géologie, Antananarivo, Madagascar, for their indispensable collaboration. Many thanks also to the people of Anaborano Ifasy for their kind help in the field. The manuscript benefited greatly from reviews by Claudia A. Marsicano (Universidad de Buenos Aires) and Rainer R. Schoch (Humboldt Universität zu Berlin, Museum für Naturkunde, Institut für Paläeontologie). Andrew R. Milner (The Natural History Museum, London) edited the English text, greatly improving its style and the clarity of the contents. We are grateful to Ross Damiani and Jean-Claud Rage (MNHN) for valuable discussions. A special thank goes to Stefania Nosotti (MSNM), who revised a first draft of the manuscript, and provided useful suggestions on its presentation. We acknowledge with gratitude the help from Renaud Vacant (MNHN) and Debora Affer (MSNM) in casting the material. We thanks Massimo Demma, Philippe Loubry (MNHN), Alessandro Garassino (MSNM), Luciano Spezia (MSNM), and Michele Zilioli (MSNM) for their help in photographing the material. Ronald Blakey (Northern Arizona University) kindly provided us with the palaeogeographic map in Fig. 26. We also thank François Escuillié (Eldonia, Gannat, France) to allow us to see comparative fossil material, and Samuel Martin (La Ferme aux Crocodiles, Pierrelatte, France), and La Ferme aux Crocodiles, Ivato, Atananarivo, Madagascar, for comparative -and potentially dangerous- living material. We also acknowledge: Giorgio Teruzzi for access to specimens housed at the MSNM; Daniel Goujet, Monette Véran, and Ronan Allain for access to specimens housed at the MNHN; and Claire Saigne (MNHN) for her indispensable assistance during the visit to the MNHN collection. Simone Maganuco thanks Lorenzo Rook (Università degli Studi di Firenze) and Paola Bonazzi (Università degli Studi di Firenze) for the grant received from the University of Florence, Ilaria Vinassa Guaraldi de Regny (MSNM) and Cristiano Dal Sasso (MSNM) for kind support, and Stella Pomodoro for her preliminary work on the specimen. This research was supported by the "European Commission's Research Infrastructure Action" via the "SYNTHESYS Project", under the Project Number FR-TAF-2267, and by Vox Idee per il business S. r. l. (Milano, Italy).

REFERENCES

Alessandrello A., 1990 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 2. *Palaeoaphrodite anaboranoensis*, a new species of polichaete annelid from the Scythian of Madagascar. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 131 (10): 205-208.

Alessandrello A. & Bracchi G., 2005 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 8. Ankitokazoa bezanozanoi n. gen. n. sp. (Annelida, Amphinomidae): a new fossil polychaete from the Olenekian (Lower Triassic) of the Ankitokazo Basin. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano,* 146 (2): 155-163.

Anderson J. & Anderson H., 1999 – Freezing cold to scaring heat - plant and insect life of the Karoo Basin. In: Life Etched in Stone - Fossils of South Africa. MacRae C. (ed.). *The Geological Society of South Africa,* Johannesburg: 140-167.

Archangelsky S., 1970 – Fundamentos de Paleobotanica. *Universidad Nacional de La Plata, Serie Tecnica y Didactica N°11,* La Plata (Argentina): 1-77.

Arduini P., 1990 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 1. Thylacocephala from the Lower Trias of Madagascar. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 131 (9): 197-204.

Barbieri L., 1991 – Poissons eotriasiques du nord-ouest de Madagascar: systematique et paleoecologie. *Mémoire de D.E.A. de Paléontologie 1990 –1991 Dirigé par Michel Martin et Jean-Michel Mazin Universite de Montpellier II (U.S.T.L.).*

Beltan L., 1968 – La faune ichthyologique de l'Eotrias du NW de Madagascar. Le Neurocrane. *Cahiers de Paléontologie*, CNRS, Paris.

Beltan L., 1996 - Overview of systematics, paleobiology, and paleoecology of Triassic fishes of northwestern Madagascar In: Mesozoic Fishes – Systematic and Paleoecology. Arratia G. & Viohl G., (eds.). *Gustav Fisher Verlag,* Stuttgart, New York: 479-500.

Besairie H., 1965 – La Géologie de la province de Diego-Suarez. *Documentation du Bureau Géologique, Service Géologique*, Tananarive, 171: 1-32.

Besairie H., 1972 – Géologie de Madagascar. I. Les Terraines Sédimentaires. *Annales Géologiques de Madagascar*, XXXV: 1-465.

Blakey R. C., 2007 – Carboniferous-Permian paleogeography of the Assembly of Pangaea. In: Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. Wong Th. E. (ed.). *Utrecht, 10-16 August 2003. Royal Dutch Academy of Arts and Sciences (Amsterdam)*: 443-456.

Boy J. A., 1990 – Über einige vertreter der Eryopoidea (Amphibia: Temnospondyli) aus dem europäischen Rotliegend (?höchtes Karbon - Perm) 3. *Onchiodon. Paläontologische Zeitschrift*, 64 (3/4): 107-137.

Brambilla S., Garassino A., Pasini G. & Teruzzi G., 2002 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 6. First record of Cycloidea from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobé region (NW Madagascar). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 143 (1): 105-115.

Brenon P., 1972 – The Geology of Madagascar. In: Biogeography and Ecology in Madagascar. Schlitz J. I. (ed.). 21: 1-754.

Bryant H. N., 1997 – Hypothetical ancestors and rooting in cladistic analysis. *Cladistics*, 13: 337-348.

Bryant H. N. & Russell A. P., 1992 – The role of phylogentic analysis in the inference of unpreserved attributes of extinct taxa. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B,* 337: 405-418.

Bystrow A. P., 1947 – Hydrophilous and xerophilous labyrinthodonts. *Acta Zoologica*, 28: 137-164.

Bystrow A. P. & Efremov J. A., 1940 – *Benthosuchus sushkini*. A Labyrinthodont from the Eotriassic of Sharzhenga River. *Travaux de l'Institut de Paléontologie de l'Académie des Sciences d'URSS*, 10: 1-119.

Carpentier A., 1935 – Etudes Paléobotaniques sur le groupe de la Sakoa et le groupe de la Sakamena (Madagascar). *Annales Géologiques du Service des Mines, Imprimerie Officielle,* Tananarive, 5: 7-32.

Carpentier A., 1936 – Additions à l'étude de la flore du groupe de la Sakamena. *Annales Géologiques du Service des Mines, Imprimerie Officielle,* Tananarive, 6: 35-40.

Carroll R. L., 1988 – Vertebrate paleontology and evolution. *W. H. Freeman and Company,* New York.

Chernin S., 1974 – Capitosaurid Amphibians from the Upper Luangwa Valley, Zambia. *Palaeontologia Africana*, 17: 29-55.

Chiappe L. M., Norell M. A. & Clark J. M., 1996 – Phylogenetic position of *Mononykus* (Aves: Alvarezsauridae) from the Late Cretaceous of the Gobi Desert. *Memoirs of the Queensland Museum*, 39: 557-582.

Claessens L. P. A. M., 2004 – Dinosaur gastralia; origin, morphology, and function. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24: 89-106.

Collignon M., 1934 – Le Céphalopodes du Trias inférieur marin du nord de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, Paris, 22 (3-4): 149-180; 23 (1): 1-44.

Cosgriff J. W., 1965 – A new genus of Temnospondyli from the Triassic of Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 48 (3): 65-90.

Cosgriff J. W., 1984 – The temnospondyl labyrinthodonts of the earliest Triassic. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4: 30-46.

Cosgriff J. W. & Zawiskie J. M., 1979 – A new species of the Rhytidosteidae from the *Lystrosaurus* Zone and a review of the Rhytidosteoidea. *Palaeontologia africana*, 22: 1-27.

Dal Sasso C., Maganuco S., Buffetaut E. & Mendez M. A., 2005 – New information on the skull of the enigmatic theropod *Spinosaurus*, with remarks on its size and affinities. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25: 888-896.

Damiani R. J., 2001a – A systematic revision and phylogenetic analysis of Triassic mastodonsauroids (Temnospondyli: Stereospondyli). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 133: 379-482.

Damiani R. J., 2001b – Cranial anatomy of the giant Middle Triassic temnospondyl *Cherninia megarhina* and a review of feeding in mastodonsaurids. *Palaeontologia africana*, 37: 41-52.

Damiani R. J., 2002 – *Parotosuchus* (Amphibia, Temnospondyli) from the *Cynognathus* Assemblage Zone (Early Triassic) of South Africa: cranial morphology and relationships. *Alcheringa*, 25: 351-379.

Damiani R., 2008 – A giant skull of the temnospondyl *Xenotosuchus africanus* from the Middle Triassic of South Africa and its ontogenetic implications. *Acta Palaeontologica Polonica*, 53 (1): 75-84.

Damiani R. J. & Yates A. M., 2003 – The Triassic Amphibian *Thoosuchus yakovlevi* and the Relationships of the Trematosauroidea (Temnospondyli, Stereospondyli). *Records of the Australian Museum*, 55: 331-342.

de Fauw S. L., 1989 – Temnospondyl Amphibians: A new perspective on the last phases in the evolution of the Labyrinthodontia. *Michigan Academician*, 21: 7-32.

de Jekowsky B. & Goubin N., 1963 – Esquises palynologique du Permien, Trias. Jurassique du bassin de Morondava à Madagascar. *Annales Géologiques de Madagascar*, XXXIII: 163-165.

Dias E. V. & Richter M., 2002 – On the squamation of *Australerpeton cosgriffi* Barberena, a temnospondyl amphibian from the Upper Permian of Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74 (3): 477-490.

Douvillé H., 1910 – Sur la découverte du Trias marin à Madagascar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, 10 (4): 124-133.

Dutuit J. M., 1972 – Un nouveau genre de Stégocéphale du Trias supérieur marocain: *Almasaurus habbazi*. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, Sciences de la Terre*, 72 (11): 73-81.

Fraas E., 1889 – Die Labyrinthodonten des schwäbischen Trias. *Palaeontographica*, 36: 1-158.

Garassino A. & Pasini G., 2002 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 5. *Ambilobeia karojoi* n. gen., n. sp. (Crustacea, Decapoda) from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobé region (NW Madagascar). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 143 (1): 95-104.

Garassino A. & Pasini G., 2003 – Macrurans (Crustacea, Decapoda) from the Lower Triassic (Olenekian) of the Ambilobe area (NW Madagascar). In: Second symposium on Mesozoic and Cenozoic Decapod Crustaceans. Contributions to Zoology. *SPB Academic Publishing bv, The Hague*, 72 (2-3): 137-139.

Garassino A. & Teruzzi G., 1995 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 3. The decapod crustaceans of the Ambilobé region (NW Madagascar). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 134 (1): 85-113.

Gradstein F. M., Ogg J. G. & Smith, A. G. (eds.), 2004 – A Geologic Time Scale 2004. *Cambridge University Press*.

Gubin Y. M., 1991 – Permian archegosauroid amphibians of the USSR. *Trudy Paleontologicheskogo Instituta*, 249: 1-141.

Gubin Y. M., 1997 – Skull morphology of *Archegosaurus decheni* Goldfuss (Amphibia, Temnospondyli) from the Early Permian of Germany. *Alcheringa*, 21 (1-2): 104-121.

Hauschke N., Wilde V. & Brauckmann C., 2004 – Triassic Limulids from Madagascar - missing links in the distribution of Mesozoic Limulacea. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie Monatshefte*, Stuttgart, (2): 87-94.

Hellrung H., 2003 – *Gerrothorax pustuloglomeratus*, ein Temnospondyle (Amphibia) mit knöcherner Branchialkammer aus dem Unteren Keuper von Kupferzell (Süddeutschland). *Stuttgarter Beitrage für Naturkunde Serie B*, 330: 1-130.

Hewison R. H., 1996 – The skull of *Deltacephalus whitei*, a lyddekkerinid temnospondyl amphibian from the Lower Triassic of Madagascar. *Palaeontology*, 39: 305-321.

Hilderbrand M., 1974 – Analysis of vertebrate structure. *John Wiley & Sons,* New York: 1-710.

Holtz T. R., Jr., 1994 – The phylogenetic position of the Tyrannosauridae: implications for theropod systematics. *Journal of Paleontology*, 68: 1100-1117.

Holtz T. R., Jr., 2003 – Dinosaur Predation. Evidence and ecomorphology. In: Predator-Prey Interactions in the fossil record. Kelley P. H., Kowalewsky M. & Hansen T. A., (eds.). *Kluwer Academic/Plenum Publishers,* New York: 325-340.

Howie A. A., 1970 – A new capitosaurid labyrinthodont from East Africa. *Palaeontology*, 13: 210-253.

Janvier P., 1992 – Les écailles des Trématosaures (Tetrapoda, Temnospondyli): nouvelles données sur les Trématosaures du Trias inférieur de Madagascar. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris 4e sér., 14, section C, 1 : 3-13.

Jeannot A. M., Damiani R. & Rubidge B. S., 2006 – Cranial anatomy of the Early Triassic stereospondyl *Lydekkerina huxleyi* (Tetrapoda: Temnospondyli) and the taxonomy of South African lydekkerinids. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26: 822-838.

Jenner R. A., 2004 – The scientific status of metazoan cladistics: why current research practice must change. *Zoologica Scripta*, 33 (4): 293-310.

Ketchum H. F. & Barrett P. M., 2004 – New reptile material from the Lower Triassic of Madagascar: implications for the Permian-Triassic extinction event. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 41: 1-8.

Konzhukova E. D., 1955 – [Permian and Triassic labyrinthodonts from the Volga Region and Cis-Urals.] *Trudy Paleontologicheskogo Instituta Akademia Nauk SSSR*, 49: 5-88. [in Russian]

Laurin M. & Soler-Gijon R., 2006 – The oldest known stegocephalian (Sarcopterygii: Temnospondyli) from Spain. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26: 284-299.

Lehman J. P., 1948 – Sur la présence du genre *Birgeria* (Paléoniscidae) dans l'Eotrias de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 226 (3): 426-428.

Lehman J. P., 1952 – Etude complémentairie des Poissons de l'Eotrias de Madagascar. *Kungliga Svenska Vetenskaps - Akademiens Handlingar,* 4e série, 2 (6): 1-192.

Lehman J. P., 1953 – Etude d'un Perleides du Trias de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, 39.

Lehman J. P., 1956 – Complements a l'etude des genres *Ecrinesomus* et *Bobasatrania* de l'Eotrias de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, 42: 67-94.

Lehman J. P., 1961 – Les Stégocéphales de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, 47: 42-46.

Lehman J. P., 1966 – Nouveaux Stégocéphales de Madagascar. *Annales de Paléontologie*, Vertébrés, 52: 117-139.

Lehman J. P., 1979 – Nouveaux Trématosaures de Madagascar: les stégocéphales malgaches et leur paléoécologie. *Annales de Paléontologie*, 65 (1): 35-53.

Liu J. & Wang Y., 2005 – The first complete mastodonsaurid skull from the Triassic of China: *Yuanansuchus laticeps* gen. et sp. nov. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25: 725-728.

Lottes A. L. & Rowley D. B., 1990 – Reconstruction of the Laurasian and Gondwana segments of Permian Pangaea. In: Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. McKerrow W. S. & Scotese C. R., (eds.). *Geological Society London, Memoir*, 12: 383-395.

Maganuco S. & Pasini G., 2009 – A new specimen of trematosaurian temnospondyl from the Lower Triassic of NW Madagascar, with remarks on palatal anatomy and taxonomic affinities. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 150 (I): 91-112.

Marsicano C. A. & Warren A., 1998 – The first Palaeozoic rhytidosteid: *Trucheosaurus major* (Woodward, 1909) from the Late Permian of Australia, and a reassessment of the Rhytidosteidae (Amphibia, Temnospondyli). *Bulletin of the British Museum of Natural History* (*Geological Series*), 54 (2): 147-154.

Maryanska T. & Shishkin M. A., 1996 – New cyclotosaurid (Amphibia: Temnospondyli) from the Middle Triassic of Poland and some problems of interrelationships of capitosauroids. *Prace Muzeum Ziemi*, 43: 53-83.

Milner A. R., 1990 – The radiations of temnospondyl amphibians. *Systematics Association Special Volume*, 42: 321-349.

Morales M. & Shishkin M. A., 2002 – A reassessment of *Parotosuchus africanus* (Broom), a capitosauroid temnospondyl amphibian from the Triassic of South Africa. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 22: 1-11.

Moser M. & Schoch R., 2007 – Revision of the type material and nomenclature of *Mastodonsaurus giganteus* (Jaeger) (Temnospondyli) from the Middle Triassic of Germany. *Palaeontology*, 50: 1245-1266.

Moulton J. M., 1974 – A description of the vertebral column of *Eryops* based on the notes and drawings of A. S. Romer. *Breviora*, 428: 1-10.

Moy Thomas J. L., 1935 – The Coelacanth fishes from Madagascar. *Geological Magazine*, London, 72: 213-227.

Mueller B. D., 2007 – *Koskinonodon* Branson and Mehl, 1929, a replacement name for the preoccupied temnospondyl *Buettneria* Case, 1922. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27: 225.

Nixon C. K. & Carpenter J. M., 1993 – On outgroups. *Cladistics*, 9: 413-426.

Novikov I. V., 1990 – New Early Triassic labyrinthodonts the Middle Timan. *Paleontological Journal*, 1990: 48-60.

Ochev V. G., 1966 – [Systematics and phylogeny of capitosauroid labyrinthodonts.] *Saratov State University Press, Saratov*: 1-181. [in Russian]

Page R. D. M., 1996 – TREEVIEW: An application to display phylogenetic trees on personal computers. Computer Application in the Biosciences, 12: 357-358.

Page R. D. M., 2001 – NEXUS Data Editor. 0.5.0. http://taxonomy.zoology.gla.ac.uk/rod/NDE/nde.html, Glasgow.

Pasini G. & Garassino A., 2006 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 7. New record of *Halicyne gondwanae* Brambilla et al., 2002 (Crustacea, Cycloidea) from the Lower Triassic (Olenekian) of Ambilobé region. (NW Madagascar). *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 144 (1): 3-9.

Pawley K., 2006 – The postcranial skeleton of Temnospondyls (Tetrapoda: Temnospondyli). PhD Thesis, *La Trobe University,* Melbourne.

Pawley K. & Warren A. A., 2005 – A terrestrial temnospondyl from the Lower Triassic of South Africa: the postcranial skeleton of *Lydekkerina huxleyi* (Amphibia: Temnospondyli). *Palaeontology*, 48: 281-298.

Piñeiro G., Marsicano C. A. & Damiani R., 2007 – Mandibles of mastodonsaurid temnospondyls from the Upper Permian-Lower Triassic of Uruguay. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52 (4): 695-703.

Piveteau J., 1927 – Sur quelques Poissons fossiles du nord de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,* Paris, 184 (21): 1264-1266.

Piveteau J., 1934 – Les Poissons du Trias inferieur. Les Actinoptérigiens. *Annales de Paléontologie*, 23 (3-4): 83-178.

Piveteau J., 1936 – Une forme ancestrale des Amphibiens anoures dans le Trias inférieur de Madagascar. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,* Paris, 202 (19): 1607-1608.

Piveteau J., 1946a – Les Poissons du Trias inferieur. La famille des Saurichthydés. *Annales de Paléontologie*, 31.

Piveteau J., 1946b – Nouvelles recherches sur les Poissons du Trias inferieur. *Annales de Paléontologie*, XXVIII.

Priem F., 1924 – Les Poissons fossiles. *Annales de Paléontologie*, XIII: 107 -132.

Rae T. C., 1998 – The logical basis for the use of continuous characters in phylogenetic systematics. *Cladistics*, 14: 221-228.

Rage J. C. & Roček Z., 1989 – Redescription of *Triadobatrachus massinoti* (Piveteau, 1936) an anuran amphibian from the Early Triassic. *Palaeontographica Abt. A,* 206 (1-3): 1-16.

Rakotosolofo N. A., Torsvik T. H., Ashwal L. D., Eide E. A. & DeWit M. J., 1999 – The Karoo Supergroup revisited and Madagascar-Africa fits. *Journal of African Earth Sciences*, 29 (1): 136-151.

Romer A. S., 1947 – Review of the Labyrinthodontia. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology,* Harvard, 99: 1-368.

Salisbury S. W. & Frey E., 2000 – A biomechanical transformation model for the evolution of semi-spheroidal articulations between adjoining vertebral bodies in crocodilians. In: Crocodilian Biology and Evolution. Grigg G. C., Seebacher F. & Franklin C. E. (eds.). *Surrey Beatty & Sons,* Chipping Norton: 85-134.

Sawin H. J., 1945 – Amphibians from the Dockum Triassic of Howard County, Texas. *University of Texas Publication*, 4401: 361-399.

Schoch R. R., 1999 – Comparative osteology of *Mastodonsaurus giganteus* (Jaeger, 1828) from the Lettenkeuper (Longobardian) of Germany (Baden-Württemberg, Bayern, Thüringen). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde, B,* 278: 1-174.

Schoch R. R., 2000 – The status and osteology of two new cyclotosaurid amphibians from the Upper Moenkopi Formation of Arizona (Amphibia:Temnospondyli; Middle Triassic). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 216: 387-411.

Schoch R. R., 2001 – Can metamorphosis be recognized in Palaeozoic amphibians? *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontolgie, Abhandlungen*, 220: 335-367.

Schoch R. R., 2006 – A complete trematosaurid amphibian from the Middle Triassic of Germany. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 26: 29-43.

Schoch R. R. & Milner A. R., 2000 – Stereospondyli. In: Handbuch der Paläoherpetologie, Vol. 3B, P. Wellnhofer (ed.). *Verlag Dr. Friedrich Pfeil,* Munich: 1-203.

Schoch R. R., Fastnacht M., Fichter J. & Keller T., 2007 – Anatomy and relationships of the Triassic temnospondyl *Sclerothorax*. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52 (1): 117-136.

Sengupta D. P., 1995 – Chigutisaurid temnospondyls from the Late Triassic of India and a review of the family Chigutisauridae. *Palaeontology*, 38: 313-339.

Shishkin M. A., Rubidge B. S. & Kitching J. W., 1996 – A new lydekkerinid (Amphibia, Temnospondyli) from the Lower Triassic of South Africa - implications for evolution of the early capitosauroid cranial pattern. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 351: 1635-1659.

Shishkin M. A., Novikov I. V. & Gubin Y. M., 2000 – Permian and Triassic temnospondyl from Russia. In: The Age of Dinosaurs in Russia and Mongolia. Benton M. J., Shishkin M. A., Unwin D. M., & Kurochkin E. N. (eds.). *Cambridge University Press*: 35-59.

Soares D., 2002 – An ancient sensory organ in crocodilians. *Nature*, 417: 241-242.

Stewart W. N. & Rothwell G. W., 1993 – Paleobotany and the Evolution of Plants, 2nd edition. *Cambridge University Press,* New York: 12-14.

Steyer J. S., 2001 – Ontogénie et phylogénie des Stégocéphales temnospondyles et seymouriamorphes: implications paléobiologiques et paléoenvironnementales. *PhD Thesis, Muséum national d'Histoire naturelle*: 1-235.

Steyer J. S., 2002 – The first articulated Trematosaur (Stegocephali, Stereospondyli) from the Early Triassic of Madagascar: implication for the phylogeny of the group. *Palaeontology,* 45: 771-793.

Steyer J. S., 2003 – A revision of the Early Triassic "Capitosaurs" (Stegocephali, Stereospondyli) from Madagascar, with remarks on their comparative ontogeny. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23: 544-555.

Sulej T., 2007 – Osteology, variability, and evolution of *Metoposaurus*, a temnospondyl from the Late Triassic of Poland. *Palaeontologia Polonica*, 64: 29-139.

Sulej T. & Majer D., 2005 – The temnospondyl amphibian *Cyclotosaurus* from the Upper Triassic of Poland. *Palaeontology*, 48: 157-170.

Swinton W. E., 1956 – A neorachitome amphibian from Madagascar. *Annals and Magazine of Natural History*, 97: 60-64.

Swofford D. L., 2002 – PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and other methods). Version 4. *Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts*.

Taylor M. A., 1987 – How tetrapods feed in water: a functional analysis by paradigm. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 91: 171-195.

Taquet P., 1984 – Une curieuse spécialisation du crâne de certains Dinosaures carnivores du Crétacé: Le museau long et étroit des Spinosauridés. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences,* Paris, série II, 299: 217-222.

Thomson K. S., 1982 – An Early Triassic Hybodont Shark from Northern Madagascar. *Postilla*, 186:1-16.

Vaillant-Couturier Treat J., 1933 – Le Permo-Trias marin. *Paléontologie de Madagascar, Annales de Paléontologie*, XIX: 1-13.

Vinassa Guaraldi de Regny I., 1993, 1994 – Ammoniti del Madagascar nord-occidentale. *Unpublished M.Sc. thesis, Università degli studi di Parma*: 1-86.

Warren A. A., 1980 – *Parotosuchus* from the Early Triassic of Queensland and Western Australia. *Alcheringa*, 4: 25-36.

Warren A. A., 1981 – A horned member of the labyrinthodont superfamily Brachyopoidea from the Early Triassic of Queensland and Western Australia. *Alcheringa*, 5: 273-288.

Warren A. A., 1998 – *Laidleria* uncovered: a redescription of *Laidleria gracilis* Kitching (1957), a temnospondyl from the *Cynognathus* Zone of South Africa. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 122: 167-185.

Warren A. A., 2000 – Secondarily Aquatic Temnospondyls of the Upper Permian and Mesozoic. In: Amphibian Biology, vol. 4: Palaeontology. The Evolutionary History of Amphibians. Heatwole H. & Carroll R. L. (eds.). *Surrey Beatty & Sons,* Chipping Norton: 1121-1149.

Warren A. A. & Black T., 1985 – A new rhytidosteid (Amphibia, Labyrinthodontia) from the Early Triassic Arcadia Formation of Queensland, Australia, and the relationships of Triassic temnospondyls. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 5: 303-327.

Warren A. A. & Hutchinson M. N., 1988a – The Madagascan Capitosaurs. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 10C (4/1): 23-30.

Warren A. A. & Hutchinson M. N., 1988b – A new capitosaurid (amphibian) from the Early Triassic of Queensland, and the ontogeny of the capitosaurid skull. *Palaeontology*, 31: 857-876.

Warren A. A. & Snell N., 1991 – The postcranial skeleton of Mesozoic temnospondyl amphibians: a review. *Alcheringa*, 15: 43-64.

Warren A. A. & Schroeder N., 1995 – Changes in the capitosaur skull with growth: an extension of the growth series of *Parotosuchus aliciae* (Amphibia, Temnospondyli) with comments on the otic area of capitosaurs. *Alcheringa*, 19: 41-46.

Warren A. A. & Marsicano C. A., 2000 – A phylogeny of the Brachyopoidea (Temnospondyli, Stereospondyli). *Journal of Vertebrate Paleontology*, 20: 462-483.

Warren A. A., Damiani R. & Yates A. M., 2006 – The South African stereospondyl *Lydekkerina huxleyi* (Tetrapoda, Temnospondyli) from the Lower Triassic of Australia. *Geological Magazine*, 143 (6): 877-886.

Watson D. M. S., 1958 – A new Labyrinthodont (*Paracyclotosaurus*) from the Upper Trias of New South Wales. *Bulletin of the British Museum of Natural History, Geological Series*, 3: 235-263.

Watson D. M. S., 1962 – The evolution of the labyrinthodonts. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B*, 245: 219-265.

Welles S. P. & Cosgriff J. W., 1965 – A revision of the labyrinthodont Family Capitosauridae and a description of *Parotosaurus peabodyi* n. sp. from the Wupatki Member of the Moenkopi Formation of Northern Arizona. *University of California Publications in geological Sciencies*, 54: 1-148.

Wells N. A., 2003 – Some hypotheses on the Mesozoic and Cenozoic Paleoenvironmental history of Madagascar. In: The Natural History of Madagascar. Goodman S. M. & Benstead J. P. (eds.). *The University of Chicago Press,* Chicago: 21-26.

White E. J., 1933 – New Triassic Paleoniscids from Madagascar. *Annals and Magazine of Natural History*, London, X (11): 111-128.

Yanbin S., Garassino A. & Teruzzi G., 2002 – Studies on Permo-Trias of Madagascar. 4. Early Triassic conchostracans from Madagascar. *Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale in Milano*, 143 (1): 3-11.

Yates A. M., 1999 – The Lapillopsidae, a new family of small temnospondyls from the Early Triassic of Australia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19: 302-320.

Yates A. M. & Warren A. A., 2000 – The phylogeny of the "higher" temnospondyls (Vertebrata: Choanata) and its implications for the monophyly and origins of Stereospondyli. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 128: 77-121.

Zeiller R., 1911 – Sur une flore Triassique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bathie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences,* Paris, 153: 231-234.

Ziegler A. M., Eshel G., McAllister R., Rothfus T. A., Rowley D. B. & Sunderlin D., 2003 – Tracing the tropics across land and sea: Permian to present. *Lethaia*, 36: 227-254.

Simone Maganuco
Museo di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italy
Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Firenze, Italy
e-mail: simonemaganuco@iol.it
J. Sébastien Steyer
Bâtiment de Paléontologie, UMR 5143 CNRS, Département Histoire de la Terre,
Muséum national d'Histoire naturelle, Case Postale 38, 57 rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France
e-mail: steyer@mnhn.fr
Giovanni Pasini
Museo Civico dei Fossili di Besano, Via Prestini 5, 21050 Besano (Varese), Italy
e-mail: juanaldopasini@tiscali.it
Marc Boulay & Sylvia Lorrain
Hox Agency, 130 Chemin de la Draille, 34190 Laroque, France
Marc Boulay e-mail: marcboulay@aol.com - Sylvia Lorrain e-mail: sylvialorrain@hotmail.com
Alain Bénéteau
Éditions Belin, 8 rue Férou, 75278 Paris cedex 06, France
e-mail: alain.beneteau@editions-belin.fr
Marco Auditore
Museo Paleontologico Cittadino, Via Valentinis 134, P.O. Box 358, 34134 Monfalcone (Gorizia), Italy
e-mail: maaudito@tin.it

An exquisite specimen of *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) from the Lower Triassic of NW Madagascar; cranial anatomy, phylogeny, and restorations
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo II

APPENDIX 1

Terminal taxa and principal sources of data used in the analysis of the phylogenetic position of *Edingerella madagascariensis*. A "c" behind a specimen number indicates that a cast of the specimen was examined. For some of the specimens observed see Steyer (2002; 2003) and Institutional Abbreviations therein.

1. *Konzhukovia vetusta*
Literature: Schoch & Milner, 2000; Yates & Warren, 2000.
2. *Rhineceps nyasaensis*
Literature: Schoch & Milner, 2000; Watson, 1962.
3. *Uranocentrodon senekalensis*
Literature: Watson, 1962; Damiani, 2001a; Schoch & Milner, 2000.
4. *Almasaurus habbazi*
Literature: Dutuit, 1972. Specimens: MNHN ALM42, 46, 57, 60, 64MNHN ALM66, 69-70, 73.
5. *Angusaurus* spp.
Literature: Novikov, 1990; Damani, 2001a; Damiani & Yates, 2003.
6. *Arcadia myriadens*
Literature: Warren & Black, 1985; Warren, 2000.
7. *Benthosuchus sushkini*
Literature: Bystrow & Efremov, 1940; Schoch & Milner, 2000; Damiani, 2001a; Damiani & Yates, 2003. Specimens: UMZC T1223, T68-74.
8. *Cherninia denwai*
Literature: Damiani, 2001a, b.
9. *Chomatobatrachus halei*
Literature: Warren *et al.*, 2006; Damiani, 2001a; Schoch & Milner, 2000.
10. *Compsocerops cosgriffi*
Literature: Sengupta, 1995.
11. *Cyclotosaurus robustus*
Literature: Schoch & Milner, 2000; Sulej & Majer, 2005.
12. *Deltacephalus whitei*
Literature: Hewison, 1996. Specimen: MSNM V6421 (c).
13. *Deltasaurus kimberleyensis*
Literature: Cosgriff, 1965; Cosgriff & Zawiskie, 1979; Schoch & Milner, 2000.
14. *Edingerella madagascariensis*
Literature: Lehman, 1961; Warren & Hutchinson, 1988a; Steyer, 2003. Specimens: MNHN MAE3000-3009, RHMA02 (c), MSNM V2992, MSNM V6237 (c).
15. *Eocyclotosaurus* spp.
Literature: *E. woschmidti*, Damiani, 2001a. *E. wellesi*, Schoch, 2000.
16. *Eryosuchus garjainovi*
Literature: Schoch & Milner, 2000.
17. *Gerrothorax pustuloglomeratus*
Literature: Hellrung, 2003.
18. *Keratobrachyops australis*
Literature: Warren, 1981.
19. *Koskinonodon perfectus*
Literature: Sawin, 1945; Sulej, 2007.
Notes: Previously known as *Buettneria perfecta*. *Buettneria* Karsch, 1889 is a genus of insect (a bush-cricket from the Congo) and the next available name for this temnospondyl is *Koskinonodon* Branson & Mehl, 1929 (see Mueller, 2007).
20. *Laidleria gracilis*
Literature: Warren, 1998.
21. *Lapillopsis nana*
Literature: Yates, 1999.
Notes: *Lapillopsis nana* specimen being a subadult, character states for characters 20, 30, and 59, have been coded checking if they were consistent with the states observable in the type of the lapillopsid *Rotaurisaurus contundo*, which is considered the sister taxon of *Lapillopsis* and is represented by an ?adult individual (Yates, 1999).
22. *Lydekkerina huxleyi*
Literature: Jeannot *et al.*, 2006.
23. *Mastodonsaurus giganteus*
Literature: Schoch, 1999; Moser & Schoch, 2007. Specimen: MNHN AC9791(c).
24. *Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis*
Literature: Sulej, 2007.
25. *Odenwaldia heidelbergensis*
Literature: Damiani, 2001a.
26. *Paracyclotosaurus davidi*
Literature: Watson, 1958; Damiani, 2001a.
27. *Parotosuchus orenburgensis*
Literature: Welles & Cosgriff, 1965; Damiani, 2001a (mandible); Schoch & Milner, 2000 (skull).
28. *Quasicyclotosaurus campi*
Literature: Schoch, 2000.
29. *Sclerothorax hypselonotus*
Literature: Schoch *et al.*, 2007.
30. *Stanocephalosaurus pronus*
Literature: Howie, 1970; Schoch & Milner, 2000; Damiani, 2001a. Specimen: UMZC T288-292.
Notes: Damiani (2001a) erected the new combination *Eryosuchus pronus* to include material previously referred to "*Parotosuchus" pronus*. However, Damiani (2008: 80) reported that in the 2001a paper he erroneously referred a number of Gondwanan species to *Eryosuchus* (e.g., *Parotosuchus pronus* Howie, 1970). In our analysis, in which however the type species of *Eryosuchus* (*E. tverdochlebovi*) is not included, "*Parotosuchus*" *pronus* does not result the sister taxon neither of *Parotosuchus orenburgensis* nor of *Eryosuchus garjainovi*. Therefore, in the present paper we follow Schoch & Milner (2000), who refer the species to *Stanocephalosaurus pronus*, pending a systematic review of the material.
31. *Stenotosaurus stantonensis*
Literature: Damiani, 2001a.
32. *Tatrasuchus wildi*
Literature: Damiani, 2001a.
33. *Thoosuchus yakovlevi*
Literature: Schoch & Milner, 2000; Damiani & Yates, 2003.
34. *Trematolestes hagdorni*
Literature: Schoch, 2006.
35. *Trematosaurus brauni*
Literature: Schoch & Milner, 2000. Specimens: BMNH 30270, 36354-75, 40042; GZG 7; MNB Am943 1/3.
36. *Wantzosaurus elongatus*
Literature: Steyer, 2002. Specimens: MNHN MAE3030, 3034; RHMA01.

37. *Warrenisuchus aliciae*
Literature: Warren & Hutchinson, 1988b; Warren & Schroeder, 1995; Damiani, 2001a.
38. *Watsonisuchus gunganj*
Literature: Warren, 1980; Damiani, 2001a.
39. *Watsonisuchus magnus*
Literature: Watson, 1962; Damiani, 2001a. Specimen: UMZC T173.
40. *Watsonisuchus rewanensis*
Literature: Warren, 1980; Damiani, 2001.
41. *Wellesaurus peabodyi*
Literature: Damiani, 2001a.
42. *Wetlugasaurus angustifrons*
Literature: Welles & Cosgriff, 1965; Shishkin *et al.*, 2000; Damiani, 2001a.
43. *Xenobrachyops allos*
Literature: Warren & Marsicano, 2000.
44. *Xenotosuchus africanus*
Literature: Damiani, 2008; Morales & Shishkin 2002.
45. *Yuanansuchus laticeps*
Literature: Liu & Wang, 2005.

APPENDIX 2

Character definition and character states used in the analysis of the phylogenetic position of *Edingerella madagascariensis*. Multistate characters 1, 2, 5, 10, 20, 24, 26, 34, 38, 47, 52, 53, 54, 64, 69, 70, and 86 were treated as unordered, while 4, 19, 29, 31, 37, 50, 51, 55, 57, 58, 63, and 71 were treated as ordered because they form clear transformation series.

1. Ornamentation of the dorsal skull roof
(ch20 - Yates & Warren, 2000)
0. consisting of ridges enclosing depressions, which become elongated in areas of skull elongation;
1. consisting of uniformly small pits enclosed by a network of ridges;
2. consisting of regularly spaced pustules.

2. Skull greatest width / midline length, in adults
(ch1 - Cosgriff & Zawiskie, 1979; modified)
0. 0.8 - 1.2;
1. < 0.8;
2. > 1.2.

3. Skull outline in dorsal view
(ch1 - Damiani & Yates, 2003; modified, some skulls being broad but not rounded)
0. broad;
1. narrow, wedge-shaped.

4. Prenarial snout length
(ch5 - Damiani & Yates, 2003; modified)
0. less than internarial distance;
1. equals or exceeds internarial distance (but less than three times);
2. exceeds by three times internarial distance.

5. Length of snout (i.e. preorbital portion of the skull) in adults
(ch4 - Damiani & Yates, 2003; modified)
0. comprised between 50% and 60% of total skull length;
1. equal or less than 50% of total skull length;
2. equal or greater than 60% of total skull length.

6. Anterior margin of the tip of the snout
(ch29 - Steyer, 2003; polarity changed)
0. rounded;
1. nearly straight.

7. Interpremaxillary - intermaxillary foramen
0. absent;
1. present.

8. External nares shape
(ch23 - Steyer, 2003; ch15 - Damiani, 2001a; modified)
0. rounded or ovoid (width > 55% length);
1. elongate (width < 55% length).

9. Longer axis of the external nares
(ch24 - Steyer, 2003)
0. parallel to the outline of the skull roof;
1. parallel to the midline of the skull roof.

10. Anterior projection of the jugal
(ch13 - Damiani, 2001a; modified. Notes: condition (2) can be exluded for *Stanocephalosaurus pronus*, *Warrenisuchus aliciae*, *Watsonisuchus gunganj*, and *Watsonisuchus rewanensis*, the jugal of these taxa, albeit incompletely preserved anteriorly, surpassing the anterior margin of the orbit)
0. surpasses the anterior margin of the orbit, but it is shorter than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit);
1. surpasses the anterior margin of the orbit, and it is longer than 3/10 of the preorbital length of the skull (measured from the tip of the pm to the anterior margin of the orbit);
2. does not surpass the anterior margin of the orbit.

11. Orbits
(ch5 - Steyer, 2002; modified)
0. facing dorsally;
1. facing dorsolaterally or laterally.

12. Orbital margins
(ch5 - Damiani, 2001a)
0. flush with plane of skull roof;
1. elevated above plane of skull roof.

13. Interorbital distance compared to the width of the skull at mid orbital level
(ch33 - Yates & Warren, 2000; modified)
0. < 45%;
1. > 45%.

14. Snout morphology
(ch7 - Schoch, 2006)

0. flat, consisting of plate-like nasals and lacrimals (where present);
1. snout forming rostrum, with nasals and lacrimals (where present) splint-like.

15. Lacrimal
(ch3 - Schoch *et al.*, 2007)
0. present;
1. absent.

16. Prefrontal size
(ch12 - Schoch, 2006; modified)
0. as large as or smaller than nasal;
1. larger than nasal.

17. Frontal reaching the orbit
(ch11 - Damiani, 2001a; ch26 - Steyer, 2003).
0. no;
1. yes.

18. Frontal width at the level of the centre of the orbit
(ch11 - Schoch, 2006; reformulated)
0. as wide as or wider than postfrontal;
1. much narrower.

19. Parietal length in adults
(ch3 - Schoch, 2006; modified)
0. shorter than frontal;
1. similar to frontal (90-110%);
2. longer than frontal.

20. Postorbital in adults
(ch14 - Damiani, 2001a; polarity changed and definition slightly modified, specifying that only adult individuals have been taken into account, the postorbital changing during ontogeny in some species)
0. moderately 'hooked', anterolaterally expanded with anteriormost tip not surpassing the centre of the orbit;
1. unexpanded;
2. strongly 'hooked' , anterolaterally expanded with anteriormost tip surpassing the centre of the orbit.

21. Postorbital-prepineal growth zone
(ch6 - Damiani, 2001a)
0. absent, zones of intensive growth -if present- restricted to antorbital region of the skull;
1. present.

22. Temporal fossa (*sensu* Damiani, 2001a)
(ch3 - Steyer, 2003)
0. absent;
1. present.

23. Lateral sensory-line grooves on the skull roof
(ch7 - Damiani, 2001a; modified. Late adults of *Edingerella madagascariensis* are polimorphic for this character)
0. weakly impressed, mostly discontinuous;
1. well impressed, continuous (at least sub-continuous).

24. Infraorbital sensory canal, with a flexure at the level of the lacrimal when the lacrimal is present
(ch8 - Damiani, 2001a)
0. absent;
1. present, nearly straight or with sinusoidal flexure;
2. present, with "Z"-shaped flexure.

25. Occipital sensory canal
(ch9 - Damiani, 2001a).
0. absent;
1. present.

26. Supraorbital sensory canal
(ch10 - Damiani, 2001a; modified. Notes: according to Damiani, 2001a: 452, some taxa such as *Cyclotosaurus robustus*, *Stanocephalosaurus pronus*, and *Wetlugasaurus angustifrons* present both states 0 and 1)
0. developed, passes medial to lacrimal (does not cross the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent);
1. developed, enters lacrimal (crosses the lateral margin of the prefrontal where lacrimal is absent);
2. reduced or absent.

27. Tabular horns
0. present;
1. reduced to a broad based triangle or absent.

28. Tabular horns
(ch36 - Damiani, 2001a; modified. Notes: in taxa with closed otic notch the well developed tabular projecting laterally is considered homologous to a horn)
0. supported from below by paroccipital process;
1. partially supported from below by muscular ridges.

29. Tabular horn, direction
(ch18 - Steyer, 2003; splitted and combined with ch4 - Damiani, 2001a)
0. posteriorly directed or posterolaterally directed at the base but not curving outward;
1. posterolaterally directed at the base and curving outward distally;
2. posterolaterally directed at the base and curving outward distally, with a anterodistal lappet partially narrowing the otic notch;
3. posterolaterally/laterally directed and suturing with the squamosal posteriorly.

30. Supratemporal in adults
(ch12 - Damiani, 2001a. Notes: in taxa in which a temporal fossa is present, the whole fossa has been considered - see text for more details; in taxa in which the otic notch is absent, it has been evaluated if the supratemporal reaches or not the posterior margin of the skull)
0. enters margin of the otic notch;
1. excluded from margin of the otic notch.

31. Otic notch shape
(ch3 - Damiani, 2001a; modified)
0. deeply incised into posterior border of the skull (length exceeds width); in taxa in which otic notches are closed they can be considered deeply incised;
1. reduced to an embayment (width nearly equal length or exceeds length);
2. otic notch absent.

32. Postparietal lappets on the mid of the posterior margin of the postparietal
0. absent;
1. present.

33. Posterolateral skull corners in dorsal/palatal view
(ch2 - Damiani, 2001a; modified)
0. posterior to distal end of tabulars;
1. at level or anterior to distal end of tabulars.

34. Length of the posterior skull table respect to its width (length measured as the sagittal distance from the level of the posterior edge of the orbits to the posterior margin of the skull roof, width measured as the width from the lateral edge of one tabular to the other)
(ch15 - Yates & Warren, 2000)
0. between 90% and 70%;
1. between 66% and 50%;
2. < 46%;
3. > 90%.

35. Posttemporal fenestrae
(ch46 - Yates & Warren, 2000)
0. relatively large;
1. posttemporal fenestrae reduced to small foramina or entirely closed.

36. Occipital condyle
(ch1 - Yates, 1999)
0. bilobed, with reduced basioccipital contribution;
1. double, with no basioccipital contribution.

37. Occipital condyles, position in respect to the quadrate condyles
(ch17 - Steyer, 2003; ch17 - Damiani, 2001a)
0. well anteriorly (the posteriormost margin of the exoccipitals is anterior to the anteriormost margin of the quadrates);
1. at level or just anteriorly (the posteriormost margin of the exoccipitals reaches the anteriormost margin of the quadrate);
2. posteriorly.

38. Occipital condyles, distance from each other (ratio between the intracondylar width, measured between their centres, and the maximum width of the skull) (ch11 - Steyer, 2003; modified. Notes: in species in which the basioccipital contributes to the occipital condyles, only the exoccipital portion has been taken into consideration)
0. average (comprised between 9,5% and 16%);
1. very close to each other (<9,5%);
2. very distant from each other (>16%).

39. Crista falciformis on the squamosal
(ch5 - Steyer, 2003; ch40 - Damiani, 2001a; ch20 - Schoch, 2007. Notes: *Wellesaurus peabodyi* is coded (?) in Steyer, 2003 and (1) in Damiani, 2001a)
0. absent;
1. present.

40. Contact between squamosal and ascending ramus of the pterygoid, in adults
(ch36, Yates & Warren, 2000; *Lapillopsis nana* was coded on the basis of a subadult individual)
0. present;
1. absent, creating a palatoquadrate fissure.

41. Stapedial foramen
(ch33 - Steyer, 2003)
0. present;
1. absent.

42. Quadratojugal
(ch35 - Yates & Warren, 2000)
0. forms a simple corner with the quadrate in occipital view;
1. a sulcus present on the quadratojugal, lateral to the quadrate condyles, so that the quadratojugal forms an overhang in occipital view.

43. Participation of the quadratojugal to the upper jaw condyle
(ch33 - Damiani, 2001a)
0. absent;
1. present.

44. Maxillary teeth
(ch36 - Schoch, 2006)
0. same size as dentary teeth;
1. minute and much smaller than dentary teeth.

45. Maxilla
(ch15 - Yates, 1999)
0. forming a suture with the quadratojugal;
1. making point contact, at most, with the quadratojugal.

46. Lamina palatina visible on the premaxilla
(ch7 - Steyer, 2003. Notes: *Warrenisuchus aliciae* is coded according to Damiani, 2001a, and *contra* Warren & Hutchinson, 1988b)
0. no;
1. yes.

47. Shape of the choana
(ch32 - Steyer, 2003; ch18 - Damiani, 2001a; modified)
0. oval (width > 42% length);
1. elongate (width < 42% length) and relatively small (length < 24% of the length of the interpterygoid vacuity);
2 elongate (width < 42% length) and relatively large (length > 24% of the length of the interpterygoid vacuity).

48. Field of denticles on vomer
(ch77 - Yates & Warren, 2000)
0. present;
1. absent.

49. Transvomerine tooth row
0. present;
1. absent.

50. Transvomerine single tooth row (medial to the vomerine tusks, when present), shape
(Notes: in *Cyclotosaurus robustus* the transvomerine tooth row is considered slightly concave anteriorly,

two or three lateral teeth curving anteriorly respect to the main transverse row. The teeth curving posteriorly are considered homologous to the vomerine teeth aligned medial to the choanae, therefore not part of the transvomerine tooth row)
0. straight or slightly curved posteriorly;
1. curved (concave anteriorly);
2. angular (V-shaped).

51. Vomerine parachoanal tooth row
(ch35 - Schoch, 2006)
0. present for most of the length of the choana;
1. present only for a short trait;
2. absent.

52. Anterior palatal vacuity
(ch19 - Steyer, 2003)
0. absent, anterior palatal fossa not perforated;
1. single;
2. double.

53. Vomerine process separating the posteriormost portion of the anterior palatal vacuities
0. nearly as wide as the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity;
1. nearly as wide as both posteriormost portions of the anterior palatal vacuities, or even more;
2. nearly as wide as half of the posteriormost portion of one anterior palatal vacuity.

54. Anterior palatal vacuity(ies): position respect to the premaxilla/vomer suture
(ch32 - Steyer, 2002)
0. mostly posterior;
1. between;
2. mostly anterior.

55. Prefenestral division of the palate (vomerine plate anterior to the interpterygoid vacuities, width/length)
(ch16 - Damiani, 2001a; modified)
0. > 1.5 (very broad);
1. > 0.9 and < 1.5 (broad);
2. < 0.9 (elongate).

56. Palatine, vomerine tusks
(ch34 - Schoch, 2006)
0. two to four times larger than other teeth in row (ectopterygoid tusks excluded, where present; compared to the teeth of the maxillary tooth row, where the palatal tooth row is absent);
1. only slightly larger or equal (respect to the maxillary teeth, where the palatal row is absent).

57. Palatine-ectopterygoid, suture
(ch47 - Schoch *et al.*, 2007; Notes: in *Chomatobatrachus*, the posterior third of the posteromedial process of the palatine running medial to the anterior tip of the anterior ramus of the pterygoid, only the portion running medial to the ectopterygoid has been taken into account)
0. roughly transverse;
1. palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid shorter than 40% of the ectopterygoid length;
2. palatine forming posteromedial process medial to ectopterygoid longer than 40% of the ectopterygoid length.

58. Contribution of palatine and ectopterygoid to margin of interpterygoid vacuity
(ch18 - Damiani & Yates, 2003)
0. both excluded by pterygoid-vomer contact;
1. palatine only included;
2. both palatine and ectopterygoid included;
3. ectopterygoid only included.

59. Ectopterygoid tusks in adults
(ch8 - Steyer, 2003; modified)
0. present;
1. absent.

60. Palatal tooth row
0. present;
1. absent.

61. Strut of bone separating the interpterygoid vacuity from the subtemporal fossa
(ch82 - Yates & Warren, 2000)
0. consisting entirely of the palatine ramus of the pterygoid;
1. invasion of this strut by the ectopterygoid.

62. Anterior extension of the pterygoid
(ch51 - Yates & Warren, 2000; modified)
0. extended anteriorly for most of the palatine length;
1. not.

63. Quadrate ramus of the pterygoid
(ch48 - Yates & Warren, 2000)
0. twisted from the plane of the corpus and the palatine ramus, to form a subvertical plate;
1. not twisted, forming a near horizontal plane, continuous with the plane of the corpus and the palatine ramus;
2. not twisted and strongly downturned, creating a vaulted palate.

64. Oblique ridge on the quadrate ramus of the pterygoid
(ch37 - Damiani, 2001a; ch39 - Steyer, 2003; see also discussion in Jeannot *et al.*, 2006, about homology of the ridges in mastodonsauroids (capitosaurs), lydekkerinids, and rhinesuchids
0. low, rounded;
1. tall, crest-like;
2. absent.

65. Suture between pterygoid and parasphenoid
(ch21 - Damiani, 2001a)
0. shorter than the width of the corpus of the parasphenoid;
1. longer than the width of the corpus of the parasphenoid.

66. Cultriform process of the parasphenoid
(ch12 - Steyer, 2003; modified)
0. not expanded at the base;
1. expanded at the base and constricted at mid length.

67. Cultriform process of the parasphenoid
(ch24 - Damiani, 2001a; modified)
0. simple bar, flattened or semi-circular;
1. deep and knife-edged ventrally.

68. Cultriform process of the parasphenoid
(ch23 - Damiani, 2001a; modified)
0. not underplated by posterior extension of vomer (i.e., nearly reaching the level of -or extends beyond- anterior border of interpterygoid vacuities);
1. underplated by posterior extension of vomer (this state does not refer to the posteriorly directed processes which do not cover the cp but clasp it laterally).

69. Cultriform process, width (measured at the level of the anterior third of the interpterygoid vacuities)
0. larger (but less than two times) than the width of the dentigerous surface of the maxilla;
1. narrower than or as wide as the width of the dentigerous surface of the maxilla;
2. larger than two times the width of the dentigerous surface of the maxilla.

70. Parasphenoid plate
(ch39 - Schoch *et al.*, 2007)
0. length comprised between 50% and 65% of the posterior skull table;
1. shorter than 50% of the posterior skull table;
2. longer than 65% of the posterior skull table.

71. Crista muscularis of parasphenoid in adults
(ch42 - Schoch *et al.*, 2007. Notes: *Sclerothorax hypselonotus* is indicated to possess large muscular pockets but it is not clear if they are confluent or not)
0. not confluent in midline;
1. confluent in midline;
2. absent.

72. Parasphenoid groove
(misinterpreted in Steyer, 2003. See also Jeannot *et al.*, 2006, for interpretations of the parasphenoid groove in lydekkerinids)
0. absent;
1. present.

73. Exoccipital in ventral view
(ch29 - Damiani, 2001a; ch16 - Steyer, 2003)
0. does not suture with pterygoid;
1. sutures with pterygoid.

74. Denticle field on pterygoid and parasphenoid
(ch32 - Damiani, 2001a)
0. present;
1. absent.

75. Marginal teeth
(ch30 - Damiani, 2001a; modified)
0. sub-circular or circular at base;
1. strongly labiolingually expanded.

76. Parasymphyseal teeth (or tusks)
(ch38 - Steyer, 2003; polarity changed)
0. absent;
1. present.

77. Coronoid teeth
(ch37 - Damiani & Yates, 2003; modified)
0. absent;
1. present.

78. Coronoid denticles
(ch95 - Yates & Warren, 2000; modified according to Jeannot *et al.*, 2006: 831)
0. present;
1. absent.

79. Crista articularis on the postglenoid area
(ch37 - Steyer, 2003)
0. absent;
1. present.

80. Crista medialis on the postglenoid area
(ch36 - Steyer, 2003)
0. absent or poorly developed;
1. well developed.

81. Anterior extension of the prearticular
(ch30 - Yates, 1999)
0. extending at least as far as the level of the mid point of the middle coronoid;
1. not extending anterior to the level of the suture of the middle and posterior coronoids.

82. Hamate process of the prearticular
(ch42 - Damiani, 2001a; Schoch *et al.*, 2007; modified)
0. reduced or absent;
1. developed.

83. Posterior meckelian foramen
(ch43 - Damiani, 2001a)
0. long less than half the length of the adductor fossa;
1. as long as half or long more than half the length of the adductor fossa.

84. Labial wall of adductor fossa
(ch44 - Damiani, 2001a)
0. nearly horizontal;
1. strongly convex dorsally.

85. Glenoid fossa
(ch47 - Damiani, 2001a)
0. above level of dorsal surface of dentary;
1. below level of dorsal surface of dentary.

86. Chorda tympanic foramen
(ch100 - Yates & Warren, 2000)
0. present, located on the suture between the articular and the prearticular;
1. present, located in the prearticular alone;
2. absent.

APPENDIX 3

Comments on selected characters not included in the analysis

Character 10 of Steyer, 2003: Foramen magnum triangular (0) or nearly square (1), in occipital view. These two states were not identified in our sampling, especially among *E. madagascariensis*, *Warrenisuchus aliciae*, and the *Watsonisuchus* species. The shape of the foramen magnum in occipital view is relatively constant along the growth of *E. madagascariensis*. It is roughly the same in the *Watsonisuchus* species: in *W. gunganj* the foramen magnum appears considerably larger because of the greater distance between the exoccipital processes of the postparietals, and of the position of the exoccipitals. The foramen magnum appears constricted by the tips of the processi lamellosi in *Watsonisuchus rewanensis* and *Watsonisuchus magnus*, as a result of slight differences in both orientation and distance from each other of the exoccipitals; in *Warrenisuchus aliciae*, the processi lamellosi of the exoccipitals are more elongated and dorsally inclined than in *Watsonisuchus* and *Edingerella madagascariensis*, increasing the degree of constriction.

Character 13 of Steyer, 2003: Longer axis of the orbit parallel (0) or not (1) to the midline of the skull roof. Due to the high number of taxa sampled, we encountered difficulties in coding this character, having some taxa in which the orbits are rounded or nearly rounded. Despite this difficulty, this character has been tentatively tested in a preliminary phylogenetic analysis, and, at the end, it was definitely discharged for its high content in homoplasy.

Character 23 of Steyer, 2003: Nostril ovoid (0) or elongate (1); and character 15 of Damiani, 2001a: Nares, narrow, elongated (1); oval-shaped (0). Damiani (2001a) commented that in most temnospodyls the nares are oval shaped, so that the taxa in which the nares are narrow and elongated can be considered derived. During the attempt to quantify the difference between the two states, we noted that in most of our taxon sampling the maximum width of the external nares ranged between 40-50% of the maximum length. Maximum width is greater than 55% of the maximum length in rhinesuchids, some of the short-faced stereospondyls, the lydekkerinids, and some advanced capitosaurs. In preliminar analyses, we tested the character several times, choosing different values as boundary between the two states. In all the tests conducted, the introduction of this character did not affect the topology but resulted in an increase of the homoplasy content and in a higher number of MPTs (up to 18). Moreover, it must be mentioned that *Konzhukovia vetusta* was coded for both character states in all the tests, according to the asymmetry in the shape of the external nares that can be seen in Schoch & Milner (2000: fig. 49). This, plus the fact that the values for some taxa lie close to the boundary, may lead to the conclusion that, having at disposal more individuals for each species, the individual and intraspecific variability could increase drastically the difficulties in define adequate character states for this character. For all these reasons, in the end the character was not included in the final analysis.

Character 25 of Steyer, 2003: Premaxilla/maxilla suture straight (1) or not (0) in dorsal view. We did not use this character due to its great variability, as can be seen for example in Schoch & Milner (2000: figs.74 and 93), in which the same individuals of *Benthosuchus sushkini* and *Parotosuchus orenburgensis* could be coded 0 and 1 according to which side of the skull is taken into consideration.

Character 46 of Damiani, 2001a: Prearticular: does not suture anteriorly with splenial (1) or sutures anteriorly with splenial (0). According to Damiani (2001a), in the derived condition the prearticular terminates below the posterior coronoid so that it contacts only that bone and the postsplenial, but never the middle coronoid or the splenial, whereas in the plesiomorphic condition, which can be seen in Palaeozoic temnospondyls, the prearticular extends anteriorly as a narrow tongue of bone between the dorsally situated coronoids and the ventrally situated splenials. This is not the case in some other Paleozoic temnospondyls such as *Eryops*, in which the prearticular extends anteriorly below the mid coronoid but does not contact the splenial, or *Balanerpeton*, in which the prearticular stops at the level of the posterior coronoid as in the more derived condition. These relationships between the prearticular and the surrounding bones in basal taxa renders difficult to accept Damiani's interpretation of the polarity of the character, as well as his definition of the states.

Character 20 of Steyer, 2003: Anterior palatal vacuity large (1) or not (0). With a number of OTUs larger than the one used by Steyer (2003) in his analysis, it was impossible to code according the two states defined by him. In the attempt to better quantify the character, measurements of the width of the anterior palatal vacuity relative to the width of the snout (premaxillae) at the same level have been taken. Only two well-defined states have been identified, resulting, however, strictly linked to the presence of single/double vacuity. The only exception was *Eocylotosaurus* in which, in respect to the width of the snout, the double vacuity is proportionally slightly larger than the single vacuity of *Edingerella madagascariensis* - the taxon in which it is smaller. So, the phylogenetic information given by this character resulted negligible, being already given by the character 52 of the present matrix.

Character 21 of Steyer, 2003: Anterior palatal vacuity rounded (0), heart-, kidney- (1) or butterfly-shaped (2). This character has not been included in the analysis because we have seen that the shape of this opening can vary at intraspecific level, as occurs in the specimens of *E. madagascariensis*.

Character 28 of Steyer, 2003: Convex (0), straight (1), or concave (2) outline of the skull. In a large taxon sampling, there are also taxa (e.g., *Cherninia denwai*) in which the outline of the skull is more complex and cannot be described adequately by any one of three states of Steyer (2003).

Character 31 of Steyer, 2003: Tabular downwardly (0) or upwardly (1) directed in occipital view. This character is not verifiable in literature, because the downwardly or upwardly direction of the tabular resulting in the drawings is strongly influenced by slight changes in the orientation of the specimen seen in occipital view. For this reason we discussed the potential taxonomic value of this feature only for the Australian species of *Watsonisuchus*, being the latter drawn and compared in the same paper by Warren (1980).

Characters 34 of Steyer, 2003: Oval (0) or rounded (1) cross-section of the midpart of the stapes; and character 35 of Steyer, 2003: Crista obliqua present (1) or absent (0) on the stapes. We did not use these characters because: the number of the OTUs preserving the stapes is not high; for the OTUs in which the stapes is preserved, it is difficult to find information in literature, especially about the cross-section of the midpart. Moreover, as regards character 34 only, in maintaining the definition of the states as is, the coding results affected by subjective interpretation of the intermediate conditions.

Character 35 of Damiani, 2001a: Posttemporal fenestrae: triangular (1); narrow and slit-like (0). In our taxon sampling, it has been impossible to describe the great variety shown in both shape and size of the posttemporal fenestrae with the two character states proposed by Damiani (2001a). Unambiguous and distinct differences in both size and shape can be observed, for example, in *Laidleria gracilis*, *Uruyiella liminea*, and the plagiosaurids, which have posttemporal fenestrae reduced to small foramina (see character 35 of the present analysis).

Character 24 of Damiani & Yates (2003): Quadrate ramus of the pterygoid: long, posteriorly directed (0); short, posterolaterally or laterally directed (1). We observed in our taxon sampling some intermediate conditions between the two states, rendering the application of the character impossible.

New character, tested in this study: dermal skull bones in adults, thickness (measured as thickness of the bone above the foramen magnum respect to maximum height of the occiput along the midline). However, we have encountered two main problems with this character: the first and most relevant was the inadequacy of some of the measurements taken from the drawings in literature; the second, after having taken the measurements, it was difficult to individuate clear gaps separating the three states tentatively identified: a plesiomorphic state (average) and two derived states (thin and thick). A test of this character, coded in that imprecise manner, revealed a high content in homoplasy so that, in the end, we decided not to use it in our analysis. The potential value of this character remains therefore to be tested, waiting for having at disposal adequate information.

APPENDIX 4

Character-taxon matrix used in the analysis of the phylogenetic position of *Edingerella madagascariensis*.

Taxon / Character	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
Konzhukovia vetusta	0	1	1	0	0	1	0	0	0 1	0	0	0	0	0	0
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almasaurus habbazi	1	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0
Angusaurus	0	1	1	1	0	1	?	1	1	0	1	0	0	0	0
Arcadia myriadens	1	0	0	?	1	?	0	0	0	0	1	0	1	0	1
Benthosuchus sushkini	0	1	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
Cherninia denwai	0	1	0	0	2	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0
Chomatobatrachus halei	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compsocerops cosgriffi	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Cyclotosaurus robustus	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Deltacephalus whitei	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Deltasaurus kimberleyensis	1	2	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	1
Edingerella madagascariensis	0	0	0	0	0 1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Eocyclotosaurus	0	1	1	0	2	0 1	0 1	0 1	0	1	0	1	0	0	0
Eryosuchus garjainovi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Gerrothorax pustuloglomeratus	2	2	0	0	1	0	0	0	0 1	2	0	0	0	0	0
Keratobrachyops australis	0	0	0	0	1	1	?	0	0	0	0	0	0	0	1
Koskinonodon perfectus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0 2	0	0	1	0	0
Laidleria gracilis	1	0	1	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	1
Lapillopsis nana	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Lydekkerina huxleyi	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mastodonsaurus giganteus	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Odenwaldia heidelbergensis	0	1	1	0	2	1	?	0	0	0 1	0	1	0	0	0
Paracyclotosaurus davidi	0	1	0	0	2	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
Parotosuchus orenburgensis	0	1	0	0	2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Quasicyclotosaurus campi	0	1	0	1	2	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Sclerothorax hypselonotus	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
Stanocephalosaurus pronus	0	1	0	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Stenotosaurus stantonensis	0	1	0	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
Tatrasuchus wildi	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Thoosuchus yakovlevi	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Trematolestes hagdorni	0	1	1	0	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0
Trematosaurus brauni	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
Wantzosaurus elongatus	0	1	1	2	2	1	0	1	0 1	0	1	0	0	1	1
Warrenisuchus aliciae	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0 1	0	1	0	0	0
Watsonisuchus gunganj	0	1	0	?	?	?	?	?	0	0 1	0	1	0	0	0
Watsonisuchus magnus	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	0	1	0	?	?
Watsonisuchus rewanensis	0	1	0	0	0	0	?	?	0	0 1	0	1	0	0	0
Wellesaurus peabodyi	0	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Wetlugasaurus angustifrons	0	1	0	0	0	0	?	1	0	1	0	1	0	0	0
Xenobrachyops allos	0	2	0	0	1	0	0	0	1	2	0	0	1	0	1
Xenotosuchus africanus	0	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Yuanansuchus laticeps	0	?	0	?	?	?	?	1	0	0 1	0	1	0	0	0

Taxon / *Character*	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Konzhukovia vetusta	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almasaurus habbazi	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	?	0
Angusaurus	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Arcadia myriadens	0	0	0	1	?	0	0	1	1	1	0	0	0	0
Benthosuchus sushkini	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0
Cherninia denwai	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1
Chomatobatrachus halei	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	?	?
Compsocerops cosgriffi	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Cyclotosaurus robustus	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0 1	0	1	3
Deltacephalus whitei	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Deltasaurus kimberleyensis	0	0	0	2	1	0	0	1	1	1	0	1	-	-
Edingerella madagascariensis	0	1	0	0	0	0	1	0 1	2	0	0	0	1	0
Eocyclotosaurus	0	0	0	0	2	0	0	0 1	2	0	1	0	1	3
Eryosuchus garjainovi	0	1	0	0	0	0	?	1	2	0	1	0	1	2
Gerrothorax pustuloglomeratus	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	-	-
Keratobrachyops australis	0	0	0	1	1	?	0	0	1	0	0	0	0	0
Koskinonodon perfectus	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0
Laidleria gracilis	0	1	0	0 1	1	?	0	1	1	0	0	1	-	-
Lapillopsis nana	0	1	0	1	0	0	0	?	0	0	2	0	0	0
Lydekkerina huxleyi	0	0	0	1	0	?	0	0	1	0	0	0	0	0
Mastodonsaurus giganteus	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	1	1
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Odenwaldia heidelbergensis	?	0	1	0	?	0	0	?	2	?	1	0	1	2
Paracyclotosaurus davidi	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	2
Parotosuchus orenburgensis	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0
Quasicyclotosaurus campi	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	?	3
Sclerothorax hypselonotus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0
Stanocephalosaurus pronus	0	1	0	0	2	0	0	0 1	1 2	0	0	0	1	2
Stenotosaurus stantonensis	0	1	0 1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	3
Tatrasuchus wildi	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	2
Thoosuchus yakovlevi	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1
Trematolestes hagdorni	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0
Trematosaurus brauni	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0
Wantzosaurus elongatus	0	0	1	0	1	?	0	1	1	1	0	0	0	0
Warrenisuchus aliciae	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0
Watsonisuchus gunganj	?	1	0	0	2	0	1	0	?	0	2	0	1	0
Watsonisuchus magnus	?	1	0	?	?	0	1	0	?	0	2	0	1	0
Watsonisuchus rewanensis	0	1	0	0	2	0	1	0	?	0	2	0	1	?
Wellesaurus peabodyi	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	1	2
Wetlugasaurus angustifrons	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0 1	0	1	0
Xenobrachyops allos	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	-	-
Xenotosuchus africanus	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1 2
Yuanansuchus laticeps	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0 1	1	0	1	1

Taxon / Character	**30**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**	**43**
Konzhukovia vetusta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	?
Almasaurus habbazi	1	1	0	0	3	0	1	2	0	1	0	0	0	0
Angusaurus	1	1	0	1	3	0	1	1	0	0	0	?	0	0
Arcadia myriadens	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	?	0	0
Benthosuchus sushkini	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0
Cherninia denwai	1	0	0	1	2	0	1	1	0	1	0	?	0	1
Chomatobatrachus halei	1	1	0	?	0 1	0	1	0	0	0	?	?	0	0
Compsocerops cosgriffi	1	1	0	1	1	0	1	2	0	0	?	?	0	0
Cyclotosaurus robustus	1	0	0	1	1	0	1	2	2	1	0	?	0	1
Deltacephalus whitei	1	1	1	1	1	0	?	1	1	0	?	?	0	0
Deltasaurus kimberleyensis	1	2	0	1	1	0	1	1	0	0	1	?	?	?
Edingerella madagascariensis	1	0	0 1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Eocyclotosaurus	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	?	?	0	0
Eryosuchus garjainovi	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	?	?	0	0
Gerrothorax pustuloglomeratus	1	2	0	-	2	1	1	2	1	0	0	0	1	0
Keratobrachyops australis	1	1	?	1	1	0	1	2	0	0	0	?	0	0
Koskinonodon perfectus	1	1	0	1	3	?	1	2	0	1	0	1	0	0
Laidleria gracilis	1	2	0	-	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0
Lapillopsis nana	1	0	1	1	1	0	?	1	0	0	1	0	0	0
Lydekkerina huxleyi	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
Mastodonsaurus giganteus	1	0	0	1	0	0	1	2	0	1	0	0	0	1
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	1	1	0	1	3	0	1	2	0	1	0	1	1	0
Odenwaldia heidelbergensis	1	0	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Paracyclotosaurus davidi	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	?	0	1
Parotosuchus orenburgensis	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1
Quasicyclotosaurus campi	1	0	0	1	1	?	1	2	0	1	?	?	?	0
Sclerothorax hypselonotus	1	1	0	1	2	0	1	1	0	1	0	?	0	0
Stanocephalosaurus pronus	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Stenotosaurus stantonensis	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	?	0	1
Tatrasuchus wildi	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	?	0	1
Thoosuchus yakovlevi	1	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	?	0	0
Trematolestes hagdorni	1	1	0	0	3	0	1	1	0	0	?	?	0	0
Trematosaurus brauni	1	1	0	1	3	0	1	1	2	0	1	?	0	0
Wantzosaurus elongatus	1	1	0	0	1	0	1	1	2	0	?	?	0	0
Warrenisuchus aliciae	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	?	0	0
Watsonisuchus gunganj	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0
Watsonisuchus magnus	1	0	?	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0
Watsonisuchus rewanensis	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	?	0	0
Wellesaurus peabodyi	1	0	0	1	1	0	1	2	0	1	0	1	0	1
Wetlugasaurus angustifrons	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1
Xenobrachyops allos	1	2	0	-	1	1	1	2	0	0	0	?	0	0
Xenotosuchus africanus	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0
Yuanansuchus laticeps	1	0	1	1	0	0	1	?	2	1	0	1	0	?

Taxon / *Character*	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
Konzhukovia vetusta	?	0	?	0	1	0	0	1	2	0	2	1	0	0
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	2	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	?	?	?	0	0	0	0	-	?	0	0	0
Almasaurus habbazi	1	1	?	0	1	0	2	0	2	0	1	1	0	0
Angusaurus	?	1	?	1	1	0	2	0	2	?	?	2	0	?
Arcadia myriadens	0	?	?	2	0	1	-	0	1	-	?	0	0	?
Benthosuchus sushkini	0	1	1	1	1	0	2	0	1	-	0	2	0	2
Cherninia denwai	?	1	1	1	1	0	0	0	2	2	2	1	0	1 2
Chomatobatrachus halei	?	0	0	0	?	0	1	0	1	-	0	0	0	1
Compsocerops cosgriffi	1	1	?	0	1	0	0	2	1	-	1	0	1	0
Cyclotosaurus robustus	1	0	1	0	1	0	1	0	1	-	0	0	0	2
Deltacephalus whitei	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	1 2
Deltasaurus kimberleyensis	0	?	?	2	0	1	-	2	1	-	0	0	0	0
Edingerella madagascariensis	0	0	1	0	1	0	1	0	1	-	0	0	0	0
Eocyclotosaurus	?	1	1	1	1	0	0	0	2	0	2	2	0	2
Eryosuchus garjainovi	?	0	1	1	1	0	0	?	1	?	2	0	?	2
Gerrothorax pustuloglomeratus	0	1	-	0	?	0	0	0	0	-	-	0	0	0
Keratobrachyops australis	?	?	?	0	1	0	0	2	1	-	0	0	0	?
Koskinonodon perfectus	1	1	?	1	1	0	0	0	2	1	1	1	0	0
Laidleria gracilis	1	1	?	0	1	?	?	2	?	?	?	?	0	0
Lapillopsis nana	0	0	0	0	1	1	-	2	1	-	2	0	1	0
Lydekkerina huxleyi	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-	0	0	0	1
Mastodonsaurus giganteus	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	2	1	0	2
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	1	1	?	0	1	0	0	0	2	1	2	1	0	0
Odenwaldia heidelbergensis	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Paracyclotosaurus davidi	1	0	?	1	1	0	0	0	2	-	?	1	0	2
Parotosuchus orenburgensis	1	0	1	1	1	0	0	0	1	-	1	1	0	1
Quasicyclotosaurus campi	?	0	?	0	1	0	0	0	2	2	1	0	0	1
Sclerothorax hypselonotus	0	0	?	?	1	?	?	?	?	?	?	?	1	1
Stanocephalosaurus pronus	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-	0	1	0	1 2
Stenotosaurus stantonensis	?	0	?	1	1	0	0	?	1	-	2	1	0	0
Tatrasuchus wildi	1	0	1	0	1	0	0	0	1	-	0 1	0	0	0
Thoosuchus yakovlevi	?	1	0	0	1	0	2	0	2	0	2	2	0	1
Trematolestes hagdorni	0	1	?	1	1	1	-	2	2	1	2	2	0	0
Trematosaurus brauni	0	1	?	0	1	1	-	0	2	1	1	2	0	1
Wantzosaurus elongatus	0	1	?	1	1	1	-	2	2	1	0	2	0	0
Warrenisuchus aliciae	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-	0	0	0	0
Watsonisuchus gunganj	0	0	?	?	?	?	?	0	1	-	?	?	0	1 2
Watsonisuchus magnus	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	1 2
Watsonisuchus rewanensis	?	0	1	2	1	0	2	0	1	-	0	1	0	1
Wellesaurus peabodyi	?	1	1	1	1	?	?	?	1	-	2	1	?	2
Wetlugasaurus angustifrons	?	0	1	2	1	0	1	?	1	-	0	1	0	1
Xenobrachyops allos	?	?	?	0	1	1	-	2	1	-	1	?	0	0
Xenotosuchus africanus	0	1	1	1	1	0	1	0	1	-	2	1	0	2
Yuanansuchus laticeps	?	0	?	0	?	0	0	0	?	-	?	?	0	2

Taxon / Character	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**	**64**	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**	**71**
Konzhukovia vetusta	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	0	?	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Almasaurus habbazi	2	1	0	1	1	0	2	0	0	0	1	1	1	2
Angusaurus	2	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0
Arcadia myriadens	2	?	0	1	1	0	2	0	0	0	?	2	1	2
Benthosuchus sushkini	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cherninia denwai	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Chomatobatrachus halei	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Compsocerops cosgriffi	2	1	0	1	1	2	2	0	0	0	0	2	1	2
Cyclotosaurus robustus	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	2	1
Deltacephalus whitei	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	?	0	0	0
Deltasaurus kimberleyensis	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	2	2
Edingerella madagascariensis	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0 1
Eocyclotosaurus	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	2	1
Eryosuchus garjainovi	1	1	?	0	1	0	1	1	0	0	0	?	2	?
Gerrothorax pustuloglomeratus	2	1	0	1	1	1	2	0	0	0	1	2	0	2
Keratobrachyops australis	1	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	2	0	2
Koskinonodon perfectus	2	1	0	1	1	1	2	1	0	0	0	2	1	0
Laidleria gracilis	2	?	0	1	1	1	2	0	0	0	0	2	0	2
Lapillopsis nana	2	?	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Lydekkerina huxleyi	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Mastodonsaurus giganteus	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	2	1	0	1	1	2	1	0	0	0	0	2	1	0 2
Odenwaldia heidelbergensis	?	?	?	?	?	0	?	?	0	?	?	?	?	?
Paracyclotosaurus davidi	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	2	2	1
Parotosuchus orenburgensis	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1
Quasicyclotosaurus campi	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1
Sclerothorax hypselonotus	1	?	?	0	?	0	1	0	0	0	0	2	2	?
Stanocephalosaurus pronus	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	2	1
Stenotosaurus stantonensis	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Tatrasuchus wildi	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	1
Thoosuchus yakovlevi	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0
Trematolestes hagdorni	2	0	0	0	1	0	2	1	0	1	1	1	1	2
Trematosaurus brauni	2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	2
Wantzosaurus elongatus	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	2
Warrenisuchus aliciae	2	1	0	0	1	0	1	0	0	0	?	0	0	1
Watsonisuchus gunganj	?	1	0	0	1	0	1	0	0	0	?	1	0	1
Watsonisuchus magnus	1	?	0	?	1	0	1	0	0	?	?	?	2	1
Watsonisuchus rewanensis	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1
Wellesaurus peabodyi	1	?	?	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Wetlugasaurus angustifrons	1	1	?	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Xenobrachyops allos	2	0	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2
Xenotosuchus africanus	1	1	0	0	1	0	0 1	0	1	0	0	2	0	1
Yuanansuchus laticeps	1	1	0	?	1	0	0	0	1	0	0	2	0	1

Taxon / *Character*	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Konzhukovia vetusta	0	0	0	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Rhineceps nyasaensis	0	0	0	0	0	0	0	?	?	0	1	0	0	0	0
Uranocentrodon senekalensis	0	0	0	0	?	0	0	?	?	0	0	0	0	0	?
Almasaurus habbazi	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
Angusaurus	0	0	0	0	?	1	1	?	?	1	0	1	1	1	?
Arcadia myriadens	0	0	0	1	1	0	0	?	?	1	?	0	?	0	0
Benthosuchus sushkini	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Cherninia denwai	0	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Chomatobatrachus halei	0	0	0	0	0	0	0	?	?	0	0	0	0	0	?
Compsocerops cosgriffi	0	1	1	0	0	0	1	?	?	0	0	0	0	1	1
Cyclotosaurus robustus	0	1	1	0	1	0	?	1	1	1	1	1	0	0	0
Deltacephalus whitei	0	0	?	0 1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Deltasaurus kimberleyensis	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	?
Edingerella madagascariensis	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Eocyclotosaurus	0	1	1	1	0	1	1	?	?	1	1	1	0	0	1
Eryosuchus garjainovi	0	1	?	0	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Gerrothorax pustuloglomeratus	0	1	0	1	1	1	0	?	?	1	0	0	?	0	1
Keratobrachyops australis	0	0	0	0	1	0	0	?	?	1	0	?	0	?	1
Koskinonodon perfectus	0	1	1	0	1	0	1	?	?	1	0	1	1	1	1
Laidleria gracilis	0	0	1	1	?	?	?	?	?	?	0	?	?	?	?
Lapillopsis nana	0	0	1	0	?	0	?	0	0	0	0	0	0	0	1
Lydekkerina huxleyi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mastodonsaurus giganteus	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
Metoposaurus diagnosticus krasiejowensis	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
Odenwaldia heidelbergensis	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Paracyclotosaurus davidi	0	1	1	1	?	?	1	?	?	1	1	0	0	0	?
Parotosuchus orenburgensis	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Quasicyclotosaurus campi	0	1	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Sclerothorax hypselonotus	1	0	1	0	0	?	?	0	0	1	1	1	0	0	?
Stanocephalosaurus pronus	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Stenotosaurus stantonensis	0	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Tatrasuchus wildi	0	0	1	0	?	1	1	?	?	1	1	1	1	0	0
Thoosuchus yakovlevi	1	0	0	0	?	1	1	?	?	1	0	1	1	1	1
Trematolestes hagdorni	0	1	0	0	0	0	?	?	?	0	0	1	1	1	?
Trematosaurus brauni	0	0	0	0	?	1	1	?	?	1	0	1	1	1	1
Wantzosaurus elongatus	0	0	0	0	0	?	?	?	0	?	?	1	?	1	?
Warrenisuchus aliciae	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Watsonisuchus gunganj	1	0	1	1	?	?	?	1	0	?	?	?	?	0	?
Watsonisuchus magnus	0	0	1	?	?	?	?	1	0	?	1	0	0	?	0
Watsonisuchus rewanensis	0	0	1	1	?	?	?	1	0	?	?	?	?	?	?
Wellesaurus peabodyi	0	1	1	1	1	1	1	?	?	1	1	0	0	0	?
Wetlugasaurus angustifrons	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	?	?
Xenobrachyops allos	0	0	1	0	1	?	?	?	?	?	0	?	?	?	2
Xenotosuchus africanus	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Yuanansuchus laticeps	0	0	1	1	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

III - PELOSIO G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella*. Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - PINNA G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*

II - MONTANARI L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*

III - PETRUCCI F., BORTOLAMI G. C. & DAL PIAZ G. V., 1970 - Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - CANTALUPPI G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee - Loro successione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafici e sistematici. *pp. 5-46, 2 tabb. n.t.*

II - PINNA G. & LEVI-SETTI F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provincia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*

III - PELOSIO G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia) - 1. Fauna del «calcare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O., 1971 - La cultura di Remedello. Problematica ed ergologia di una facies dell'Eneolitico Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*

II - PETRUCCI F., 1972 - Il bacino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*

III - CERETTI E. & POLUZZI A., 1973 - Briozoi della biocalcarenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - PINNA G., 1974 - I crostacei della fauna triassica di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*

III - BRAMBILLA G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia (Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O. & CALEGARI G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriche italiane. Problematica, schede, iconografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*

II - PINNA G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civico di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*

III - BIANCOTTI A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f.t.*

Volume XXIII

I - GIACOBINI G., CALEGARI G. & PINNA G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematica di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*

II - POLUZZI A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*

III - ROSSI F., 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore-Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marchigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - PINNA G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus*, lepidosauro triassico del sottordine *Lacertilia. pp. 5-28, 12 figg., 2 tavv.*

II - NOSOTTI S. e PINNA G., 1989 - Storia delle ricerche e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg , 12 tavv.*

Volume XXV

I - CALEGARI G., 1989 - Le incisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*

II - PINNA G. & NOSOTTI S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoecologia del rettile placodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*

III - CALDARA R., 1990 - Revisione Tassonomica delle specie paleartiche del genere *Tychius* Germar (Coleoptera Curculionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - PINNA G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*

II - CALEGARI G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556, 647 figg.*

III - ANDRI E. e ROSSI F., 1993 - Genesi ed evoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera moderne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - PINNA G. and GHISELIN M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematic Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figs.*

II - LEONARDI C. e SASSI D. a cura di, 1997 - Studi geobotanici ed entomofaunistici nel Parco Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266, 122 figg.*, 23 tabb.

Volume XXVIII

I - BANFI E. & GALASSO G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi cambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388, 71 figg., 30 tabb.*

Volume XXIX

I - CALEGARI G., 1999 - L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografica. *pp. 1-174, 268 figg.*

Volume XXX

I - PEZZOTTA F. edited by, 2000 - Mineralogy and petrology of shallow depth pegmatites. Paper from the First International Workshop. *pp. 1-117, 30 figs., 19 tabs.*

II - PARISI B., FRANCHINO A. & BERTI A. con la collaborazione di POTENZA B. & RUBINI D., 2000 - La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 - 2000. Percorsi storici. *pp. 1-163, 199 figg.*

III - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2002 - Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the Eocene and Oligocene of Vicenza (N Italy). *pp. 1-31, 21 figs., 9 pls.*

Volume XXXI

I - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2002 - The braincase of *Placodus* Agassiz, 1833 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-18, 15 figs.*

II - MARTORELLI G., 2002 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. (1895). Riedizione a cura di Fausto Barbagli. *pp. [XX] 1-216, [14] 46 figg., 4 tavv.*

III - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2003 - *Eusaurosphargis dalsassoi* n. gen. n. sp., a new, unusual diapsid reptile from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, N Italy). *pp. 1-33, 19 figs., 1 tab., 3 pls.*

Volume XXXII

I - ALESSANDRELLO A., BRACCHI G. & RIOU B., 2004 - Polychaete, sipunculan and enteropneust worms from the Lower Callovian (Middle Jurassic) of La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *pp. 1-16, 9 figs., 1 pl.*

II - RIEPPEL O. & HEAD J. J., 2004 - New specimens of the fossil snake genus *Eupodophis* Rage & Escuillié, from Cenomanian (Late Cretaceous) of Lebanon. *pp. 1-26, 13 figs., 1 tab.*

III - BRACCHI G. & ALESSANDRELLO A., 2005 - Paleodiversity of the free-living polychaetes (Annelida, Polychaeta) and description of new *taxa* from the Upper Cretaceous *Lagerstätten* of Haqel, Hadjula and Al-Namoura (Lebanon). *pp. 1-48, 8 figs., 1 tab., 16 pls.*

Volume XXXIII

I - BOESI A. & CARDI F. edited by, 2005 - Wildlife and plants in traditional and modern Tibet: conception, exploration and conservation. *pp. 1-88, 30 figs., 9 tabs.*

II - BANFI E., BRACCHI G., GALASSO . & ROMANI E., 2005 - *Agrostologia Placentina. pp. 1-80, 7 figs., 1 tabs.*

III - LIVI P. a cura di 2005 - I fondi speciali della Biblioteca del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. La raccolta di stampe antiche del Centro Studi Archeologia Africana. *pp. 1-250, 389 figs.*

Volume XXXIV

I - GARASSINO A. & SCHWEIGERT G., 2006 - The Upper Jurassic Solnhofen decapod crustacean fauna: review of the types from old descriptions. Part I. Infraorders Astacidea, Thalassinidea and Palinura. *pp. 1-64, 12 figs., 20 pls.*

II - FUCHS D., 2006 - Morphology, taxonomy and diversity of vampyropod Coleoids (Cephalopoda) from the Upper Cretaceous of Lebanon. *pp. 1-28, 9 figs., 9 pls.*

III - CALDWELL M. W., 2006 - A new species of *Pontosaurus* (Squamata, Pythonomorpha) from the Upper Cretaceous of Lebanon and a phylogenetic analysis of Pythonomorpha. *pp. 1-42, 18 figs., 1 pl.*

Volume XXXV

I - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2006 - Catalog and bibliography of the fossil Stomatopoda and Decapoda from Italy. *pp. 1-95.*

II - GARASSINO A., FELDMANN R.M. & TERUZZI G., edited by, 2007 - 3rd Symposium on Mesozoic and Cenozoic Decapod Crustaceans. Museo di Storia Naturale di Milano May 23-25, 2007. *pp. 1-104, 38 figs., 6 tabs.*

III - NOSOTTI S., 2007 - *Tanystropheus longobardicus* (Reptilia, Protosaura): re-interpretations of the anatomy based on new specimens from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, N Italy). *pp. 1-88, 67 figs., 4 pls., 9 tabs.*

Volume XXXVI

I - GALASSO G., CHIOZZI G., AZUMA M. & BANFI E., a cura di, 2008 - Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione. Milano, 27-28 Novembre 2008. *pp. 1-96.*

Le Memorie sono disponibili presso la Segreteria della Società Italiana di Scienze Naturali,
Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55 - 20121 Milano
Pubblicazione disponibile al cambio

SOC
7002

MEMORIE

della Società Italiana
di Scienze Naturali
e del Museo Civico
di Storia Naturale di Milano

Volume XXXVI - Fascicolo III

MCZ
LIBRARY
NOV 03 2009
HARVARD
UNIVERSITY

ALESSANDRO GARASSINO

THE THORACIC STERNUM AND SPERMATHECA IN THE EXTANT GENERA OF THE FAMILY HOMOLIDAE DE HAAN, 1839 (CRUSTACEA, DECAPODA, BRACHYURA)

MILANO SETTEMBRE 2009

Elenco delle Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

Volume I

I - CORNALIA E., 1865 - Descrizione di una nuova specie dei genere *Felis: Felis jacobita* (Corn.). *9 pp., 1 tav.*
II - MAGNI-GRIFFI F., 1865 - Di una specie d'*Hippolais* nuova per l'Italia. *6 pp., 1 tav.*
III - GASTALDI B., 1865 - Sulla riescavazione dei bacini lacustri per opera degli antichi ghiacciai. *30 pp., 2 figg., 2 tavv.*
IV - SEGUENZA G., 1865 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina. *88 pp.*, 8 *tavv.*
V - GIBELLI G., 1865 - Sugli organi riproduttori del genere *Verrucaria, 16 pp., 1 tav.*
VI - BEGGIATO F. S., 1865 - Antracoterio di Zovencedo e di Monteviale nel Vicentino, *10 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1865 - Di alcuni resti umani e degli oggetti di umana industria dei tempi preistorici raccolti in Toscana. *32 pp., 4 tavv.*
VIII - TARGIONI-TOZZETTI A., 1866 - Come sia fatto l'organo che fa lume nella lucciola volante dell'Italia centrale *(Luciola italica)* e come le fibre muscolari in questo ed altri Insetti ed Artropodi. *28 pp., 2 tavv.*
IX - MAGGI L., 1865 - Intorno al genere Aeolosoma. *18 pp., 2 tavv.*
X - CORNALIA E., 1865 - Sopra i caratteri microscopici offerti dalle Cantaridi e da altri Coleotteri facili a confondersi con esse. *40 pp., 4 tavv.*

Volume II

I - ISSEL A., 1866 - Dei Molluschi raccolti nella provincia di Pisa, *38 pp.*
II - GENTILLI A., 1866 - Quelques considérations sur l'origine des bassins lacustres, àpropos des sondages du Lac de Come. *12 pp., 8 tavv.*
III - MOLON F., 1867 - Sulla flora terziaria delle Prealpi venete. *140 pp.*
IV - D'ACHIARDI A., 1866 - Corallarj fossili del terreno nummulitico delle Alpi venete. *54 pp., 5 tavv.*
V - COCCHI I., 1866 - Sulla geologia dell'alta Valle di Magra. *18 pp., 1 tav.*
VI - SEGUENZA G., 1866 - Sulle importanti relazioni paleontologiche di talune rocce cretacee della Calabria con alcuni terreni di Sicilia e dell'Africa settentrionale. *18 pp., 1 tav.*
VII - COCCHI I., 1866 - L'uomo fossile nell'Italia centrale. *82 pp., 21 figg., 4 tavv.*
VIII - GAROVAGLIO S., 1866 - *Manzonia cantiana, novum Lichenum Angiocarporum genus propositum atque descriptum. 8 pp., 1 tav.*
IX - SEGUENZA G., 1867 - Paleontologia malacologica dei terreni terziarii del distretto di Messina (Pteropodi ed Eteropodi). *22 pp., 1 tav.*
X - DÜRER B., 1867 - Osservazioni meteorologiche fatte alla Villa Carlotta sul lago di Como, ecc. *48 pp. 11 tavv.*

Volume III

I - EMERY C., 1873 - Studii anatomici sulla *Vipera Redii. 16 pp., 1 tav.*
II - GAROVAGLIO S., 1867 - *Thelopsis, Belonia, Weitenwebera et Limboria, quatuor Lichenum Angiocarporum genera recognita iconibusque illustrata. 12 pp., 2 tavv.*
III - TARGIONI-TOZZETTI A., 1867 - Studii sulle Cocciniglie. *88 pp., 7 tavv.*
IV - CLAPARÈDE E. R. e PANCERI P., 1867 - Nota sopra un Alciopide parassito della *Cydippe densa* Forsk. *8 pp. 1 tavv.*
V - GAROVAGLIO S., 1871 - *De Pertusariis Europae mediae commentatio. 40 pp., 4 tavv.*

Volume IV

I - D'ACHIARDI A., 1868 - Corallarj fossili del terreno nummulitico dell'Alpi venete. Parte II. 32 *pp. 8 tavv.*
II - GAROVAGLIO S., 1868 - *Octona Lichenum genera vel adhuc controversa, vel sedis prorsus incertae in systemate, novis descriptionibus iconibusque accuratissimis illustrata. 18 pp., 2 tavv.*
III - MARINONI C., 1868 - Le abitazioni lacustri e gli avanzi di umana industria in Lombardia. *66 pp., 5 figg., 7 tavv.*
IV - (Non pubblicato).
V - MARINONI C., 1871 - Nuovi avanzi preistorici in Lombardia. *28 pp., 3 figg., 2 tavv.*

NUOVA SERIE

Volume V

I - MARTORELLI G., 1895 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. *216 pp., 46 figg., 4 tavv.*

Volume VI

I - DE ALESSANDRI G., 1897 - La pietra da cantoni di Rosignano e di Vignale. Studi stratigrafici e paleontologici. *104 pp., 2 tavv., 1 carta.*
II - MARTORELLI G., 1898 - Le forme e le simmetrie delle macchie nel piumaggio. Memoria ornitologica. *112 pp., 63 figg., 1 tavv.*
III - PAVESI P., 1901- L'abbate Spallanzani a Pavia. *68 pp., 14 figg., 1 tav.*

Volume VII

I - DE ALESSANDRI G., 1910 - Studi sui pesci triasici della Lombardia. *164 pp., 9 tavv.*

Volume VIII

I - REPOSSI E., 1915 - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte I. *pp. 1-46, 5 figg., 3 tavv.*
II - REPOSSI E., 1916 (1917) - La bassa Valle della Mera. Studi petrografici e geologici. Parte II. *pp. 47-186, 5 figg. 9 tavv.*
III - AIRAGHI C., 1917 - Sui molari d'elefante delle alluvioni lombarde, con osservazioni sulla filogenia e scomparsa di alcuni Proboscidati. *pp. 187-242, 4 figg., 3 tavv.*

Volume IX

I - BEZZI M., 1918 - Studi sulla ditterofauna nivale delle Alpi italiane. *pp. 1-164, 7 figg. 2 tavv.*
II - SERA G. L., 1920 - Sui rapporti della conformazione della base del cranio colle forme craniensi e colle strutture della faccia nelle razze umane. (Saggio di una nuova dottrina craniologica con particolare riguardo dei principali cranii fossili). *pp. 165-262, 7 figg., 2 tavv.*
III - DE BEAUX O. e FESTA E., 1927 - La ricomparsa del Cinghiale nell'Italia settentrionale-occidentale. *pp. 263-320, 13 figg., 7 tavv.*

Volume X

I - DESIO A., 1929 - Studi geologici sulla regione dell'Albenza (Prealpi Bergamasche). *pp. 1-156, 27 figg., 1 tav., 1 carta.*
II - SCORTECCI G., 1937 - Gli organi di senso della pelle degli Agamidi. *pp. 157-208, 39 figg. 2 tavv.*
III - SCORTECCI G., 1941- I recettori degli Agamidi. *pp. 209-326, 80 figg.*

Volume XI

I - GUIGLIA D., 1944 - Gli Sfecidi italiani del Museo di Milano *(Hymen.). pp. 1-44, 4 figg., 5 tavv.*
II-III - GIACOMINI V. e PIGNATTI S., 1955 - Flora e Vegetazione dell'Alta Valle del Braulio. Con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *pp. 45-238, 31 figg., 1 carta.*

Volume XII

I - VIALLI V., 1956 - Sul rinoceronte e l'elefante dei livelli superiori della serie lacustre di Leffe (Bergamo). *pp. 1-70, 4 figg. 6 tavv.*
I - VENZO S., 1957 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte I: Tratto occidentale Gardone-Desenzano. *pp. 71-140, 14 figg., 6 tavv., 1 carta.*
III - VIALLI V., 1959 - Ammoniti sinemuriane del Monte Albenza (Bergamo). *pp. 141-188, 2 figg., 5 tavv.*

Volume XIII

I - VENZO S., 1961- Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico del Garda. Parte II. Tratto orientale Garda-Adige e anfiteatro atesino di Rivoli veronese. *pp. 1-64, 25 figg., 9 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1963 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Mercaticeras, Pseudomercaticeras* e *Brodieia. pp. 65-98, 2 figg., 4 tavv.*
III - ZANZUCCHI G., 1963 - Le Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) di Entratico in Val Cavallina (Bergamasco orientale). *pp. 99-146, 2 figg., 8 tavv.*

Volume XIV

I - VENZO S., 1965 - Rilevamento geologico dell'anfiteatro morenico frontale del Garda dal Chiese all'Adige. *pp. 1-82, 11 figg., 4 tavv., 1 carta.*
II - PINNA G., 1966 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglia *Dactylioceratidae. pp. 83-136, 4 tavv.*
III - DIENI I., MASSARI F. e MONTANARI L., 1966 - Il Paleogene dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 13-184, 5 figg., 8 tavv.*

Volume XV

I - CARETTO P. G., 1966 - Nuova classificazione di alcuni Briozoi pliocenici, precedentemente determinati quali Idrozoi del genere *Hydractinia* Van Beneden. *pp. 1-88, 27 figg. 9 tavv.*
II - DIENI I. e MASSARI F., 1966 - Il Neogene e il Quaternario dei dintorni di Orosei (Sardegna). *pp. 89-142, 8 figg., 7 tavv.*
III - BARBIERI F., IACCARINO S., BARBIERI F. & PETRUCCI F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino Piacentino-Parmense-Reggiano. *pp. 143-188, 20 figg., 3 tavv.*

Volume XVI

I - CARETTO P. G., 1967 - Studio morfologico con l'ausilio del metodo statistico e nuova classificazione dei Gasteropodi pliocenici attribuibili al *Murex brandaris* Linneo. *pp. 1-60, 1 fig., 7 tabb., 10 tavv.*
II - SACCHI VIALLI G. e CANTALUPPI G., 1967 - I nuovi fossili di Gozzano (Prealpi piemontesi). *pp. 61-128, 30 figg., 8 tavv.*
III - PIGORINI B., 1967 - Aspetti sedimentologici del Mare Adriatico. *pp. 129-200, 13 figg., 4 tabb. 7 tavv.*

Volume XVII

I - PINNA G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Famiglie *Lytoceratidae, Nannolytoceratidae, Hammatoceratidae* (excl. *Phymatoceratinae) Hildoceratidae* (excl. *Hildoceratinae* e *Bouleiceratinae). pp. 1-70, 2 tavv. n.t., 6 figg., 6 tavv.*
II - VENZO S. & PELOSIO G., 1968 - Nuova fauna a Ammonoidi dell'Anisico superiore di Lenna in Val Brembana (Bergamo). *pp. 71-142, 5 figg., 11 tavv.*
III - PELOSIO G., 1968 - Ammoniti del Lias superiore (Toarciano) dell'Alpe Turati (Erba, Como). Generi *Hildoceras, Phymatoceras, Paroniceras* e *Frechiella.* Conclusioni generali. *pp. 143-204, 2 figg., 6 tavv.*

Volume XVIII

I - PINNA G., 1969 - Revisione delle ammoniti figurate da Giuseppe Meneghini nelle Tavv. 1-22 della «*Monographie des fossiles du calcaire rouge ammonitique*» (1867-1881). *pp. 5-22, 2 figg., 6 tavv.*

Alessandro Garassino

MCZ
LIBRARY
NOV 03 2009
HARVARD
UNIVERSITY

The thoracic sternum and spermatheca in the extant genera of the family Homolidae De Haan, 1839 (Crustacea, Decapoda, Brachyura)

Volume XXXVI - Fascicolo III

Settembre 2009

Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali
e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano

© 2009 Società Italiana di Scienze Naturali
Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Corso Venezia, 55 - 20121 Milano

In copertina: *Homola barbata* (Fabricius, 1793). Line drawing by M. Demma.

Registrato al Tribunale di Milano al n. 6694
Direttore responsabile : Anna Alessandrello
Grafica editoriale: Michela Mura

Stampa: Litografia Solari, Peschiera Borromeo - Settembre 2009

ISSN 0376-2726

Alessandro Garassino

The thoracic sternum and spermatheca in the extant genera of the family Homolidae De Haan, 1839 (Crustacea, Decapoda, Brachyura)

To Danièle Guinot
"L'observation et la description sont les meilleurs moyens
que nous ayons pour acquérir des connaissances en Histoire naturelle,
et pour les transmettre aux autres".
Louis Jean-Marie Daubenton (1716-1799)
(De la description des animaux)

Abstract - Homolidae De Haan, 1839, has been the subject of taxonomic studies by several authors, carried on extant genera. These studies were principally based on traditional morphological characters, such as those of the dorsal carapace, cephalic appendages, mouthparts, abdomen, and legs. A systematic description of the thoracic sternum and spermatheca of the type species of all extant genera is presented here for the first time, thus enlarging and enhancing their diagnoses. This analysis has confirmed that *Homola* Leach, 1816, type genus of the Homolidae, is not monophyletic, as already pointed out by Guinot & Richer de Forges (1995), while the species of all other genera show a remarkable homogeneity in the organization of the thoracic sternum and spermatheca, that strongly supports their monophyly.

Key words: Crustacea, Decapoda, Brachyura, systematics, morphology, thoracic sternum, spermatheca.

Résumé - Le sternum thoracique et la spermathèque chez les genres actuels de la famille des Homolidae De Haan, 1839 (Crustacea, Decapoda, Brachyura).

La famille des Homolidae De Haan, 1839, a fait l'objet de plusieurs études taxonomiques récentes par de nombreux auteurs. Ces recherches sur les genres actuels ont eté principalement basées sur les caratères morphologiques traditionnels, à savoir ceux de la face dorsale de la carapace, des appendices céphaliques, de la région buccale, de l'abdomen et des péréiopodes. Une description systématique du sternum thoracique et de la spermathèque de l'espèce type de tous les genres est présentée ici pour la première fois, permettant ainsi de préciser et d'élargir leur diagnose. Cette analyse a mis en évidence qu'*Homola* Leach, 1816, genre type des Homolidae, n'est pas monophylétique, conformément à l'opinion déjà émise par Guinot & Richer de Forges (1995). Toutefois, la forme du sternum thoracique et aussi de la spermathèque, similaire chez toutes les espèces des autres genres sont de forts arguments en faveur de leur monophylie.

Mots clés: Crustacea, Decapoda, Brachyura, systématique, morphologie, sternum thoracique, spermathèque.

Riassunto - Lo sterno toracico e la spermateca nei generi attuali della famiglia Homolidae De Haan, 1839 (Crustacea, Decapoda, Brachyura).

La famiglia Homolidae De Haan, 1839 è stata oggetto di studi tassonomici da parte di numerosi autori. Questi studi condotti sui generi viventi si basavano essenzialmente su caratteri morfologici tradizionali, quali ad esempio quelli del carapace, delle appendici cefaliche, delle parti boccali, dell'addome e delle zampe. Una descrizione sistematica dello sterno toracico e della spermateca delle specie tipo di tutti i generi viventi viene presentata per la prima volta, approfondendo e puntualizzando le loro diagnosi. Quest'analisi ha messo in evidenza che *Homola* Leach, 1816 genere tipo della famiglia Homilidae, non è monofiletico, come già evidenziato da Guinot & Richer de Forges (1995), mentre le specie di tutti gli altri generi mostrano un'evidente omogeneità nelle condizioni dello sterno toracico e della spermateca che supporta fortemente la loro monofilia.

Parole chiave: Crustacea, Decapoda, Brachyura, sistematica, morfologia, sterno toracico, spermateca.

INTRODUCTION

The extant genera of Homolidae De Haan, 1839, have been the subject of several reports (for an updated list of references until 1995, see Guinot & Richer de Forges, 1995). An in-depth review by Guinot & Richer de Forges (1995) reported fifty-nine extant species distributed in fourteen extant genera. Later, other workers (Huang & Hsueh, 1998; Ng, 1998 a, b; Ng & Chen, 1999; Ng & Wang, 2002; Tan *et al.*, 2000; Richer de Forges & Ng, 2007, 2008; Ahyong *et al.*, 2009) described eight new species, assigned to some of the known genera, enlarging the geographic range of several species and genera. At present, Homolidae De Haan, 1839, includes fourteen extant genera with sixty-eight extant species (Ng *et al.*, 2008; present paper), widely distributed in the Indo-West-

Pacific and sparsely represented in the Atlantic and Mediterranean Sea, as follows (respect Guinot & Richer de Forges, 1995, the list of the genera follows an alphabetic order, as in Ng *et al.*, 2008):

Dagnaudus Guinot & Richer de Forges, 1995: one species (Australia, New Caledonia).

Gordonopsis Guinot & Richer de Forges, 1995: one species (Madagascar).

Homola Leach, 1816: eleven species [Mediterranean Sea (Italy, France, Lebanon, Algeria), East Atlantic (Congo, Ibero-Morocco Gulf), French Antilles (Martinica, Guadalupa), South America (Brazil), Madagascar, Seychelles, Réunion, South Indian Ocean, Indonesia, Philippines, Taiwan, Japan, Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Chestefield Islands, Loyalty Islands), Fiji Islands, Tonga Islands, French Polynesia (Tubuai Island, Marquesas Islands), Hawaii].

Homolax Alcock, 1899: one species [Yemen (Gulf of Aden)].

Homolochunia Doflein, 1904: four species [Madagascar, Indonesia, Taiwan, Japan, Australia, Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Loyalty Islands), Tonga Islands].

Homologenus A. Milne-Edwards *in* Henderson, 1888: ten species [East Atlantic (Morocco, Ibero-Morocco Gulf, Madera), Caribbean Islands, Indonesia, Philippines, East China Sea, Vanuatu, New Caledonia (Chesterfield Islands, Loyalty Islands), Fiji Islands, Wallis and Futuna Islands, Tonga Islands, French Polynesia (Marquesas Islands)].

Homolamannia Ihle, 1912: two species [Madagascar, Indonesia, Philippines, Taiwan, Japan, Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Loyalty Islands), Fiji Islands].

Ihlopsis Guinot & Richer de Forges, 1995: two species (Indonesia, Japan, Vanuatu, New Caledonia, Fiji Islands).

Lamoha Ng, 1998: nine species (French Antilles, Madagascar, Seychelles, Maldives, Indonesia, Philippines, Taiwan, East and South China Seas (Tungsha Islands), Japan, Guam Island, Phoenix Islands (Kanton Island), Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Loyalty Islands), Republic of Kiribati, Wallis and Futuna Islands, Samoa Islands , French Polynesia (Marquesas Islands), Hawaii].

Latreillopsis Henderson, 1888: nine species [Indonesia, Philippines (Panglao, Bohol, Balicasag Islands), Japan, Australia, Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Chesterfield Islands), Fiji Islands, Tonga Islands].

Moloha Barnard, 1947: six species (Seychelles, Philippines, Japan, New Caledonia, French Polynesia).

Paromola Wood-Mason & Alcock, 1891: six species [Madagascar, Philippines (Mindanao), Taiwan, Japan, Vanuatu, New Caledonia (Loyalty Islands), Fiji Islands, Tonga Islands, Hawaii].

Paromolopsis Wood-Mason & Alcock, 1891: one species [Comoros Islands, Madagascar, Réunion, Indonesia, Philippines, Australia, Solomon Islands, Vanuatu, New Caledonia (Chesterfield Islands), Tonga Islands].

Yaldwynopsis Guinot & Richer de Forges, 1995: three species [Philippines (Balicasag Islands), Taiwan, Bohol and Sulu Seas, Japan, New Zealand, French Polynesia, Hawaii].

Homolidae De Haan, 1839, is well documented from the Cretaceous, while its fossil record from the Cenozoic is poorly documented, probably due to a habitat shift into deep water environments, from which decapods are not well known (Feldmann *et al.*, 1991). Many authors have reported fossil homolid specimens from different parts of the world, and a first check list of fossil genera and species was proposed by Collins (1997). Later, others (Schweitzer, 2001; Schweitzer *et al.*, 2004; Collins *et al.*, 2005; Crawford, 2008; Feldmann *et al.*, 2008; Beschin *et al.*, 2009; Feldmann & Schweitzer, 2009; De Angeli *et al.*, in press; Schweitzer *et al.*, in press) added to the knowledge of Homolidae in the fossil record, allowing a review and update of fossil genera and species (see Table 1). As reported in the check list of Table 1, only four extant genera, *Dagnaudus*, *Homola*, *Paromolopsis*, and *Paromola* are represented in the fossil record.

Table 1 - Check list of genera and species of Homolidae in the fossil record (indeterminate species not reported).

Genus *Dagnaudus* Guinot & Richer de Forges, 1995		
	D. pritchardi (Jenkins, 1977)	Oligocene
Genus *Doerflesia* Feldmann & Schweitzer, 2009		
	D. ornata Feldmann & Schweitzer, 2009	Late Jurassic (Tithonian)
Genus *Homola* Leach, 1816		
	H. bajaensis Schweitzer, Feldmann, Gonzáles-Barba & Ćosović, 2006	middle Eocene
	H. vancouverensis Schweitzer, 2001	late Eocene
	H. vanzoi Beschin, De Angeli & Zorzin, 2009	early Eocene (Ypresian)
	H. barbata (Fabricius, 1793)	Pleistocene (Tyrrhenian)
Genus *Homoliformis* Collins, Schulz & Jakobsen, 2005		
	H. vagus Collins, Schulz & Jakobsen, 2005	early Eocene
Genus *Homolopsis* Bell, 1863		
	H. chilensis Förster & Stinnesbeck, 1987	Late Cretaceous (Maastrichtian)
	H. depressa Carter, 1898	Early Cretaceous (Albian)
	H. edwardsii Bell, 1863	Early Cretaceous (Albian)
	H. gibbosa (Schlüter, 1879)	Late Cretaceous (Coniacian-Campanian)

	H. glabra Wright & Collins, 1972	Early-Late Cretaceous (late Aptian-Cenomanian)
	H. hachiyai Takeda & Fujiyama, 1983	Early Cretaceous (early Albian)
	H. schlueteri Beurlen, 1928	Late Cretaceous (Santonian)
	H. spinosa Van Straelen, 1936	Early Cretaceous (Albian)
	H. spinulosa Glaessner, 1980	Late Cretaceous (Cenomanian)
	H. tuberculata Van Straelen, 1936	Early Cretaceous (Hauterivian)
	H. williamsi Bishop, 1992	Late Cretaceous (Turonian)
Genus *Hoplitocarcinus* Beurlen, 1928		
	H. johannesboehmi Beurlen, 1928	Late Cretaceous (Senonian)
Genus *Laeviprosopon* Glaessner, 1933		
	L. fraasi (Möricke, 1889)	Early Cretaceous (Neocomian)
	L. laevis (v. Meyer, 1860)	Late Jurassic-Early Cretaceous (Oxfordian-Neocomian)
	L. sublaeve (v. Meyer, 1860)	Early Cretaceous (Neocomian)
Genus *Latheticocarcinus* Bishop, 1988 (=*Eohomola* Collins & Rasmussen, 1992; *Metahomola* Collins, Kanie & Karasawa, 1993)		
	L. adelphinus (Collins & Rasmussen, 1992)	Late Cretaceous (late Campanian-Maastrichtian)
	L. affinis (Jakobsen & Collins, 1996)	early Paleocene (Danian)
	L. atlanticus (Roberts, 1962)	Late Cretaceous (early Campanian)
	L. brevis (Collins, Kanie & Karasawa, 1993)	Late Cretaceous (Turonian)
	L. brightoni (Wright & Collins, 1972)	Early-Late Cretaceous (Albian-Cenomanian)
	L. centurialis (Bishop, 1992)	Late Cretaceous (early Campanian)
	L. declinatus (Collins, Fraaye & Jagt, 1995)	Late Cretaceous (Maastrichtian)
	L. dispar (Roberts, 1962)	Late Cretaceous (early Campanian)
	L. ludvigseni Schweitzer, Nyborg, Feldmann & Ross, 2004	Late Cretaceous (early Santonian)
	L. pikeae (Bishop & Brannen, 1992)	Late Cretaceous (Cenomanian)
	L. punctatus (Rathbun, 1917)	Late Cretaceous (late Campanian-Maastrichtian)
	L. schlueteri (Stolley, 1924)	Early Cretaceous (Campanian)
	L. shapiroi (Bishop, 1988)	Late Cretaceous (Maastrichtian)
	L. spinigus (Jakobsen & Collins, 1996)	early Paleocene (Danian)
	L. transiens (Segerberg, 1900)	early Paleocene (Danian)
Genus *Lignihomola* Collins, 1997		
	L. etheridgei (Woodward, 1892)	Early Cretaceous (Albian)
Genus *Londinimola* Collins & Saward, 2006		
	L. williamsi Collins & Saward, 2006	early Eocene (Ypresian)
Genus *Paromola* Wood-Mason & Alcock, 1891		
	P. vetula Crawford, 2008	middle Oligocene
Genus *Paromolopsis* Wood-Mason & Alcock, 1891		
	P. piersoni Schweitzer, Nyborg, Feldmann & Ross, 2004	early-middle Miocene
Genus *Prohomola* Karasawa, 1992		
	P. japonica (Yokoyama, 1911)	middle Eocene
	P. katunai Blow & Manning, 1996	middle Eocene
Genus *Zygastrocarcinus* Bishop, 1983		
	Z. cardsmithi Bishop, 1986	Late Cretaceous (early Campanian)
	Z. griesi Bishop, 1983	Late Cretaceous (early Campanian)
	Z. mendryki (Bishop, 1982)	Late Cretaceous (Maastrichtian)
	Z. waagei Feldmann, Schweitzer & Green, 2008	Early Cretaceous (Albian)

GOOD CRITERIA IN THE SYSTEMATICS OF THE HOMOLIDAE

Even though the systematics of homolids in the fossil record is based usually on morphological characters of the carapace, only the preservation of the ventral parts, like thoracic sternum, abdomen, telson, and spermatheca, allows a real ascription to the family Homolidae. Unfortunately, fossil homolids preserving ventral parts are very rare (e. g. *L. brightoni*) and the lack of these anatomical parts can compromise their real systematic ascription. However, different case records are sufficient to become good criteria in the paleontological systematics of the Homolidae.

1 - To find in the fossil record one male or one female preserving only the carapace: in this case the possibility to observe on the dorsal surface the *linea homolica* will be essential to the ascription to the Homolidae. Otherwise, if the *linea homolica* is not observable or if it is lacking, other characters of the dorsal surface of the carapace can be used to establish if the studied specimen belongs or not to Homoloidea.

A) rostrum strongly curved downward, joining to the epistome by a septum corresponding to the proepistome.

B) ocular incision very large.

C) dorsal surface areolated, with the cervical groove delimiting posteriorly the mesogastric region and the branchiocardiac groove developing forward.

2 - To find in the fossil record one male preserving ventral parts (abdomen and telson): in this case we must observe the following characters:

A) abdomen narrow, extending between mxp3 coxae.

B) abdomen covering both in length and in width the thoracic sternum.

C) abdominal somites 1-2 narrow, located dorsally.

D) telson narrow, triangular, developing until the mxp3, keept in place by mxp3 itself and by the thickening and modification of the margins of the telson.

E) locking of the abdomen between P1-P3 coxae.

F) buccal area stretched forward.

G) mxp3 operculiform.

In case of the abdomen can be removed, a further character can be used: typical homolid shape of thoracic sternum showing as a raised prominence on the margin of sternite 4, corresponding to the "homolid press button".

3 - To find in the fossil record one female preserving ventral parts (abdomen and telson): in this case we must observe the following characters:

A) abdomen large, extending between mxp3 coxae.

B) abdomen covering both in length and in width the thoracic sternum.

C) abdominal somites 1-2 narrow, located dorsally.

D) telson narrow, triangular, developing until the mxp3, keept in place by the mxp3 itself and by the thickening and modification of the margins of the telson.

E) locking of the abdomen between P1-P3 coxae.

F) buccal area stretched forward.

G) mxp3 operculiform.

In case of the abdomen can be removed, two other characters can be used: typical homolid shape of thoracic sternum showing as a raised prominence on the margin of sternite 4, corresponding to the "homolid press button"; shape and location of spermatheca on thoracic sternal suture 7/8.

The lack of one of these three case records will make difficult the ascription of the studied specimen to one of fossil or extant genera of the Homolidae. So it is very important to find a very well preserved specimen in which to recognise good morphological characters of the homolids.

We consider for instance the problem as regards the systematics of *Mithracites vectensis* Gould, 1859, from the Early Cretaceous of England, questioned by Guinot & Tavares (2001: 533-537). *Mithracites* was for long time ascribed either to the Podotremata or to the Eubrachyura. Only the study of one fossil male specimen, preserving the ventral surface, has allowed to clear up its systematic position. In fact, this species belongs to the Podotremata because the abdomen covers totally the thoracic sternum. Moreover, this species belongs to the superfamily Homoloidea for some characters, such as the abdomen very large, located between the mxp3 coxae, the abdominal somites 1-2 narrow, located dorsally, the telson triangular, narrow, having the lateral margins modified, the location of the abdomen between the P1-P3 coxae, the typical shape of thoracic sternum, the serrate protuberance on sternite 4, corresponding probably to the "homoloid press button". Even though *Mithracistes* is a typical representative of the Homoloidea, its ascription to the Homolidae is contradicted for the lack of the *linea homolica*, synapomorphy of this family. Following the suggestion by Guinot & Tavares (2001) that *Mithracites* deserves its own family, Števčić (2005) established the Mithracidae Števčić, 2005.

Therefore, only an assemblage of both dorsal and ventral characters, like the presence of the *linea homolica*, the dorsal surface areolated, the abdomen covering totally the thoracic sternum, the location of abdomen between P1-P3 coxae, the "homolid press button", and the shape and location of spermathecae on suture 7/8, will be essential in the systematics of the Homolidae.

THORACIC STERNUM AND SPERMATHECA

Homolidae has been the subject of many taxonomic studies (see the above section). Only a few authors (Gordon, 1950: 232-244; Hartnoll, 1975: 669; Guinot & Bouchard, 1998: 635; Guinot & Quenette, 2005: 301-303) have more or less analysed the morphology of the thoracic sternum and of the spermatheca. As reported by Guinot & Quenette (2005: 301-303), the homolid thoracic sternum is relatively broad and not placed on one unique plane. The anterior sternites 1-2 form a narrow, triangular shield inserted between the mxp3, sternites 1-6 are fused together with more or less raised episternites, creating two sterno-coxal depressions on each side of the thoracic sternum at P2-P3, depressions inside which the coxa of the pereiopods may slide. Sternites 4-6 form a sternal, central plan always flat. Suture 6/7 is always complete in both sexes, dividing the thoracic sternum into two main parts. Internally, this corresponds to a short invagination of the phragma 6/7, leading to formation of a strong tubular, internal ridge that crosses the sternal surface medially; laterally, vertical walls are present. Sutures 7/8 are markedly

convergent, oblique, and always end apart, more or less at the level of the female gonopores on the P3 coxae. Suture 7/8 is not continuous. In both sexes, sternites 7 form a wide, low arch that encloses sternite 8. Sternite 8 is folded twice. In addition to its dorsal folding, sternite 8 doubles up with regard to the median axis of the thorax which forms a median invagination. Consequently, a longitudinal groove, that is the median line, may divide sternite 8 medially. Thus, the median line (when present) corresponds to the median junction of the two symmetrical parts of sternite 8. The degree of contact between these two parts varies, being an entire junction (*Homola*, *Moloha*, *Paromola*; Plates 3, 13, 14 respectively) or an incomplete one (*Homolomannia*; Plate 9). When sternite 8 is completely separated into two parts, as in the Latreilliidae Stimpson, 1858), the abdomen is inserted in the resulting space, that is, the sterno-abdominal notch. Part of the sternum situated around suture 7/8 is modified to form the external part of the spermatheca that lies in the endosternite 7/8. There is a space between the two sheets of phragma 7/8 in the posterior part, while the rest of the phragma has its vertical elements joined and calcified.

In males and females the abdomen is formed of six free somites plus the telson. The abdomen completely covers the thoracic sternum in both in length and width, usually overlapping the bases of the coxae. The telson lies between the basal parts of mxp3. An abdominal holding system (see below) is present in both sexes. In the male, abdominal somites 1-2 have the appendages modified as sexual organs, while abdominal somites 3-6 have no traces of appendages. In the female, there is a pair of short, uniramous pleopods on the first abdominal somite, while abdominal somites 2-5 have four pairs of well-developed, biramous pleopods.

As reported by Gordon (1950: 232) and Guinot & Quenette (2005: 275, 301-302) the spermatheca, arising from the phragma formed by two sternites 7 and 8 and being a part of the invagination of the axial skeleton at the level of the suture 7/8, results from the separation of the two elements of the phragma. A cavity is thus formed to receive and store the spermatic material. This cavity only opens externally and does not communicate with the interior. Because it is formed by phragma 7/8, the spermatheca is easily located by arthrodial cavities of pereiopods 4-5 that it separates. In the Homolidae, the spermathecal chamber is relatively small, usually with a flexible inner wall and a more rigid outer wall. The chamber communicates directly with the exterior by an aperture surrounded or lined by two membranous parts, belonging to sternites 7 and 8 respectively, which are different in each genus. Moreover, two ridges, belonging to sternites 7 and 8 respectively, protect the aperture of spermatheca anteriorly and medially. Finally, a calcified lobe more or less developed, belonging to sternite 7, can be present anteriorly. Guinot & Quenette (2005: 302) declared that "The opening is visible as a slit, or it is obscured by membranous areas". This sentence is not correct because it contains one typographic error. In fact, the correct sentence is "The opening is visible as a slit, and it is obscured by membranous areas" (Guinot, pers. comm., 2009). The authors used the term "slit" *sensu* Gordon (1950: 233 "a short, wide, slit-like opening"), term utilised also for this study to maintain a terminological uniformity. However, it is necessary to make a distinction, observing the external morphology of the spermathecae among the extant type species. In fact, the slit can be narrow and elongate (*Gordonopsis*, *Homolochunia*, *Homologenus*, *Homolomannia*, *Ihlopsis*, *Lamoha*, *Latreillopsis*, *Paromola* - Plates 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 respectively) or it can be wider and elongate (*Dagnaudus*, *Homola*, *Homolax*, *Moloha*, *Paromolopsis*, *Yaldwynopsis* - Plates 1, 3, 6, 13, 15, 16 respectively).

Since the thoracic sternum and spermatheca have only partially been studied, the purpose of the present study is to thoroughly analyse the thoracic sternum and spermatheca of the type species of each genus of the Homolidae.

ABDOMINAL HOLDING SYSTEM OF THE HOMOLIDAE

In the Homolidae, as reported by Guinot & Richer de Forges (1995: 310), Bouchard (2000: 168-169), and Guinot & Bouchard (1998: 635), there are two types of locking mechanisms, appendicular and sternal. The first consists of several projections on the coxae of various appendages (mxp3, P1 to P3). Thus, homolids retain the abdomen by using either deep concavities on the coxae margins, corresponding to complementary surfaces on the abdominal margins, or different structures, such as granules, tubercles, spines, or sliding surface. The structure located on the coxae of mxp3 corresponds to the posterior part of the telson, those on P1 coxae to abdominal somite 6, those on P2 coxae to abdominal somite 5, and those on P3 coxae to abdominal somite 4. Finally, these structures may fit into complementary parts of the abdomen or overhang it. The second type of locking mechanism consists of a pair of differentiated structures on the sternal surface, i.e. a pair of special prominences on sternite 4 fitting into a pair of sockets in the internal part of the abdominal somite 6. This particular holding system was named by Guinot (1979: 126, 127) "homolid press button" since the prominence is located on the sternite 4, instead of sternite 5 as in the typical, eubrachyuran press button. This is a unique innovation of the Homolidae, Latreilliidae and Poupiniidae, a synapomorphy of the superfamily Homoloidea.

MATERIAL AND METHODS

This investigation was based on the rich collections of the Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (MNHN) that were the subject of study by Guinot & Richer de Forges (1995), collected during different expeditions in New Caledonia and French Polynesia until 1995. Later, new expeditions were carried on in the Indo-Pacific area, permitting collection of new species (*Lamoha hystrix* Ng, 1998; *Homola poupini* Richer de Forges & Ng, 2007; *Latreillopsis mariveneae* Richer de Forges & Ng, 2007; *Yaldwynopsis saguili* Richer de Forges & Ng, 2007; *Y. guinotae* Richer de Forges & Ng, 2007; *Homolochunia menezi* Richer de Forges & Ng, 2008; *Latreillopsis trispinosa* Richer de Forges & Ng, 2008), enlarging the geographic distribution of some known species. Two specimens belonging to *Lamoha superciliosa* were kindly loaned from the Raffles Museum of Biodiversity Research (National University of Singapore) (ZRC). The material forming the basis of new species studied by Ng (1998) and Richer de Forges (2007, 2008) was not available for this study.

Expedition BATHUS 4 (1-12 August 1994) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the northern part of the New Caledonia (Richer de Forges & Chevillon, 1996).

Expedition BENTHAUS (29 October - 28 November 2002) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the French Polynesia.

Expedition BORDAU 1 (22 February - 14 March 1999) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the eastern part of Fiji Archipelago.

Expedition BORDAU 2 (31 May - 22 June 2000) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, has explored the Tonga Archipelago [results not published even though reported as published by Richer de Forges *et al.*, 2006a - Richer de Forges, pers. comm., 2008].

Expedition HALIPRO 2 (4-28 November 1996) on board the R. V. "*Tangaroa*", directed by R. Grandperrin, explored the Norfolk Ridge and the sourthern part of Loyalty Islands (Grandperrin *et al.*, 1997).

Expedition MUSORSTOM 7 (5 May - 4 June 1992) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored Wallis and Futuna Islands (Richer de Forges & Menou, 1993).

Expedition MUSORSTOM 8 (19 September - 14 October 1994) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the Vanuatu Archipelago (Richer de Forges *et al.*, 1996).

Expedition MUSORSTOM 9 (11 August - 13 September 1997) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, has explored the Marquesas Islands (Richer de Forges *et al.*, 1999).

Expedition MUSORSTOM 10 (4-19 August 1998) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the outer slopes of Fiji Archipelago (Richer de Forges *et al.*, 2000).

Expedition NORFOLK 1 (19-29 June 2001) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the New Caledonia.

Expedition PANGLAO 2004 (22 May - 4 July 2004) directed by P. Bouchet and D. Largo, explored the Philippines (Panglao and Balicasag Islands).

Expedition PANGLAO 2005 (May 2005) on board of the Research Vessel of the Bareau of Fisheries & Aquatic Resources (MV DA-BFAR), directed by P. K. L. Ng, S. Tillier, and B. Richer de Forges, explored the Philippines (Panglao Island).

Expedition REUNION-MD 32 (11 August - 10 September 1982) on board the N. O. "*Marion Dufresne*", directed by A. Guille, explored the Reunion Island.

Expedition SALOMON 1 (19 September - 12 October 2001) on board the N. O. "*Alis*", directed by B. Richer de Forges, explored the Solomon Islands.

Expedition SALOMON 2 (20 October - 8 November 2004) on board the N. O. "*Alis*", directed by P. Bouchet, explored the Solomon Islands.

Expedition SURPRISE (12 April - 15 May 1999) on board the N. O. "*Alis*", directed by G. Cabioch and B. Richer de Forges, explored the New Caledonia.

Expedition TAIWAN 2000 (26 July - 4 August 2000) on board the R. V. "*Fishery Researcher 1*", directed by D.-A. Lee, explored the southern and western parts of Taiwan [results not published even though reported as published by Richer de Forges *et al.*, 2006b - Richer de Forges, pers. comm., 2008].

Expedition TAIWAN 2001 (5-21 May 2001) on board the N. O. "*Chung-Tung Long*", explored the southern and western parts of Taiwan [results not published even though reported as published by Richer de Forges *et al.*, 2006b - Richer de Forges, pers. comm., 2008].

In the present paper, diagnoses of extant genera have been revised, based not only on the traditional morphological characters already considered by Guinot & Richer de Forges (1995), but by broadening them with the study of the thoracic sternum and spermatheca of females and males of the type species of each genus.

For the keys of genera see Guinot & Richer de Forges (1995: 318) and Ahyong *et al.* (2009: 75).

Since the proximal part (sternites 1-3), the central part (sternites 4-6), and the distal part (sternites 7-8) of the thoracic sternum of studied species are generally located on different planes (Fig. 1), a single photographic image, by positioning the digital camera perpendicular to the ventral plane of the specimen, does not achieve focus on the different parts as a whole. To avoid deceptive perspectives of some parts, we applied an artifice in order to correctly read the individual parts. At least two different photographic images (sternites 1-6, sternites 7-8) were taken for some genera. The images were subsequently assembled by graphical software in order to position the different thoracic parts on the same plane. Positioning the three thoracic parts on the same plane allowed more precise determination of the anatomical structures. The male and female sternum pictures have been placed beside a watercolor illustration applying the same technique applied to the photographic image. Finally, the representations do not illustrate the different color shades of the specimens, thus making them more easily readable.

Homolax Alcock, 1899, is illustrated herein by the male only, while *Gordonopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995, is illustrated by the female only. Fi-

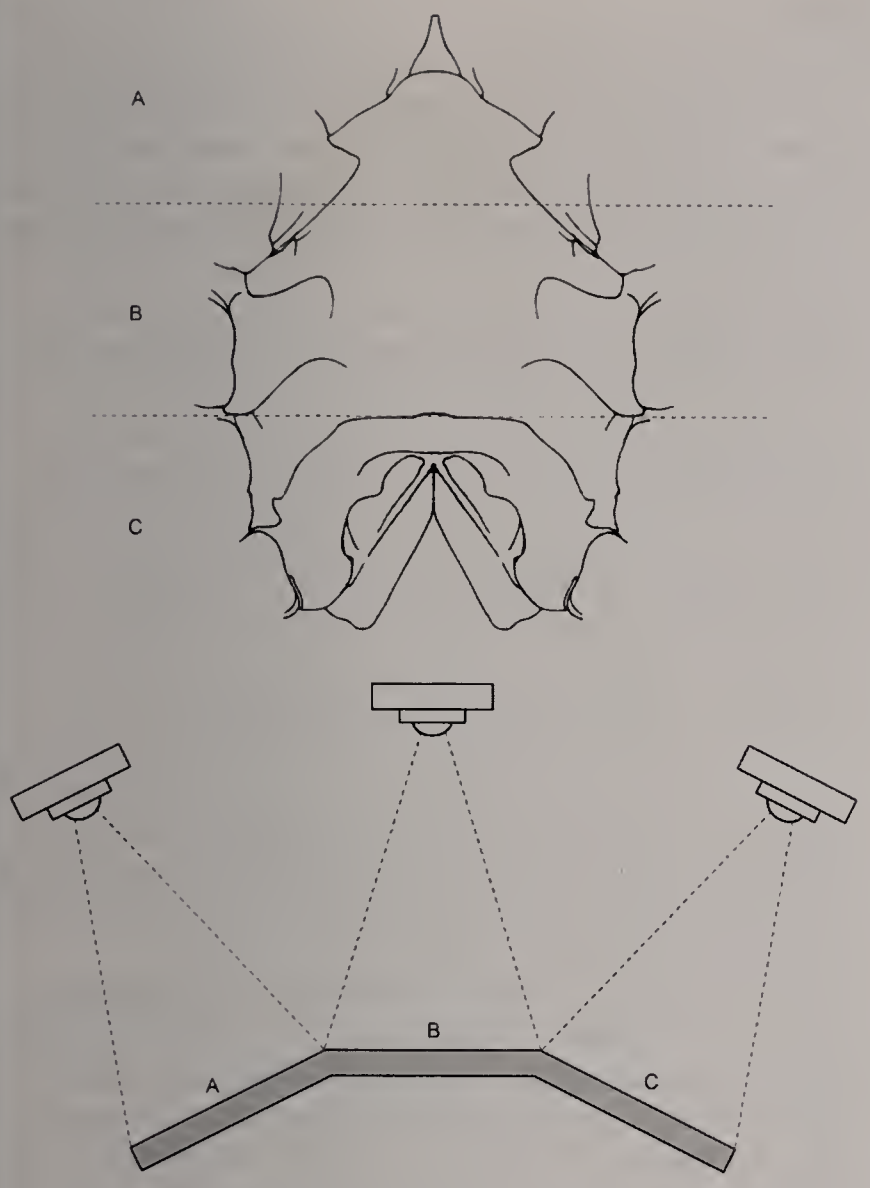


Fig. 1 - Different photographic images taken for some genera of Homolidae, which were subsequently assembled by graphical software in order to position the different thoracic parts on the same plane.

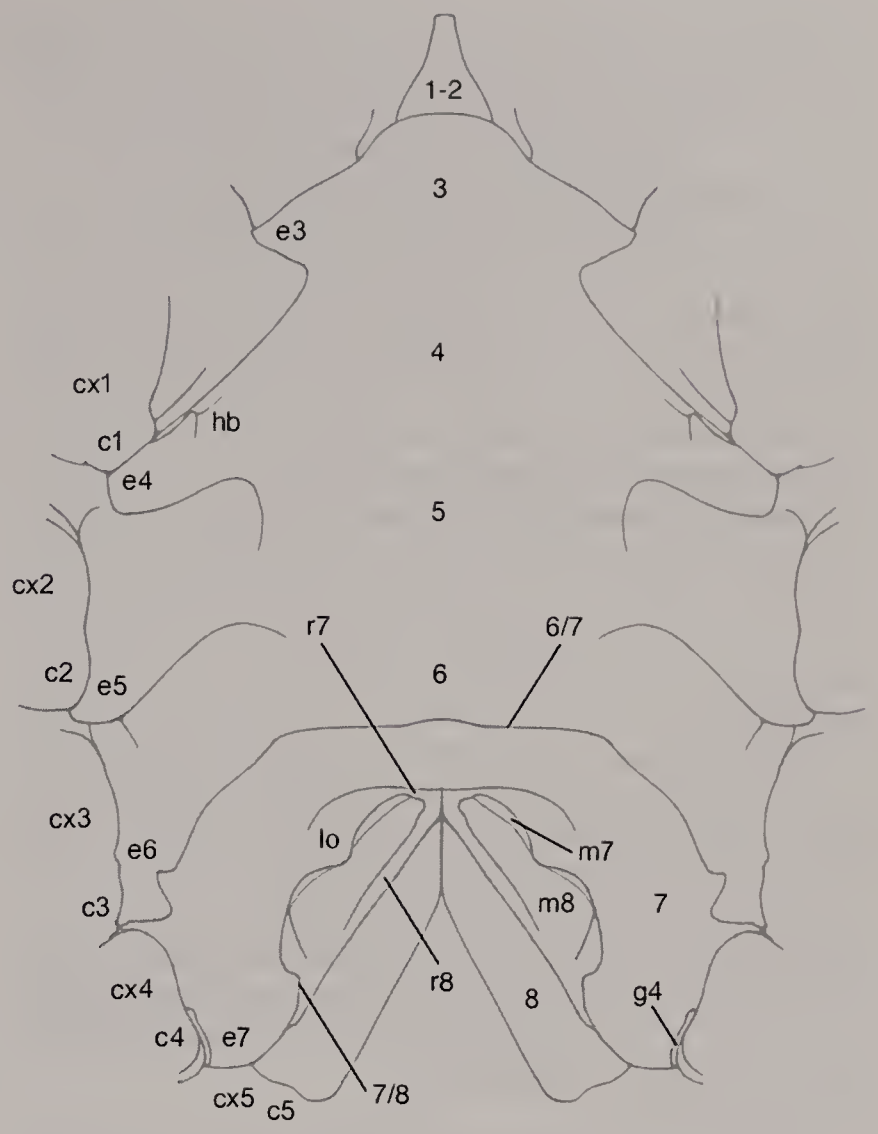


Fig. 2 - Thoracic sternum with the abbreviations used in the text (mxp3, gmxp3, and g1-g5 not reported in the figure because not visible in the sketch).

nally, *Moloha* Barnard, 1947, has been illustrated by *M. majora* (Kubo, 1936) since the type species *M. alcocki* (Stebbing, 1920), housed in the South African Museum, Le Cap (South Africa), was not available for this study.

The terminology used in this paper follows that proposed by Guinot & Richer de Forges (1995). Since Guinot & Richer de Forges (1995) did not take measurements of all studied specimens, an updated check list is given with all measurements. Measurements of carapace length (without rostrum), carapace width are given in millimetres (mm).

Abbreviations

mxp3 - external maxillipeds. **cx1-cx5** - coxae of P1-P5. **c1-c5** - coxo-sternal condyles of P1-P5. **gmxp3** - gynglyme of mxp3. **g1-g5** - gynglymes of P1-P5. **e3-e7** - episternites of sternites 3 to 7. **d2-d3** - sterno-coxal depression on thoracic sternites 2 and 3. **1-8** - thoracic sternites 1 to 8. **1/2-7/8** - thoracic sternal sutures 1/2 to 7/8. **hb** - homolid button. **m7** - membranous part of 7. **m8** - membranous part of 8. **r7** - ridge of sternite 7. **r8** - ridge of sternite 8. **lo** - calcified lobe on postero-medial margin of 7. **P1-P5** - pereiopods 1-5. **G1** - first male pleopod. **G2** - second male pleopod.

Morphological nomenclature

Condyle: knob of the articles of pereiopods that fits into a small cavity or socket, named gynglyme.

Episternite: lateral part of each sternite on which the coxa of the pereiopods articulates.

Phragma: skeletal element of the axial skeleton (also endophragmal skeleton) separating each somite, thus intersegmental. It is formed of two invaginated sheets at the site of each somite. The thoracic sternal sutures are the external marks of these invaginations belonging to two different somites. The sternite constitutes the floor of the somite, is ventral and more or less in a horizontal plane along the whole thorax. The pleurites are the lateral walls of the thoracic sternites and are subvertical. The intersegmental phragmae are endosternal (endosternites rising at each sternal somite boundary) and endopleural (endopleurites descending from the pleural roof) (Secretan 1998; Secretan-Rey 2002).

Gynglyme: socket with which the condyle articulates; the coxa of each pereiopod articulates on the sternum by a coxo-sternal condyle.

Sternite: the ventral shield or plate of each somite of the body.

Sterno-coxal depression: the lateral depressions on each side of the thoracic sternum at P2-P3 and inside which the coxa of the pereiopods may slide.

SYSTEMATICS

Infraorder Brachyura Linnaeus, 1758
Section Podotremata Guinot, 1977
Superfamily Homoloidea De Haan, 1839
Family Homolidae De Haan, 1839

Genus *Dagnaudus* Guinot & Richer de Forges, 1995
Plate 1

Type species: *Latreillopsis petterdi* Grant, 1905, by original designation; gender masculine.

Included extant species: *D. petterdi* (Grant, 1905).

Included fossil species: *D. pritchardi* (Jenkins, 1977).

Dagnaudus petterdi

Australia

"Iron Summer": Stn. 1, 27°53.90'S-154°00.33'E, 560 m, 30.03.1983: 1 ♂ 76 x 56 mm (MNHN-B17877). - Stn. 5, 27°15.33'S-153°54.01'E, 535 m, 31.03.1983: 1 ovig. ♀ 57 x 43 mm (MNHN-B17878).

"Kapala": 34°19.13'S-151°24.28'E, 364 m, 28.06.1971: 1 ♂ 36 x 25 mm (MNHN-B19882) (south of Port Hacking). - 33°29.30'S-152°06.04'E, 492-523 m, 11.02.1986: 2 ♂ 63 x 46.5 mm, 59 x 44 mm (MNHN-B20102) (East of Broken Bay).

New Caledonia

BERYX 11: Stn. C4, 24°58.70'S-168°21.80'E, 550-920 m, 14.10.1992: 2 ♂ 78 x 54 mm, 60 x 45 mm (MNHN-B24786).

CHALCAL 2: Stn. CC2, 24°55.48'S-168°21.29'E, 500 m, 28.10.1986: 1 ♂ 88 x 69 mm (MNHN-B20268). - Stn. CH7, 24°55.5'S-168°21.1'E, 494 m, 28.10.1986: 2 ♂ 78 x 50 mm, 88 x 62 mm (MNHN-B19902).

Type locality: Australia (E Coast - Port Jackson), 450 m.

Emended diagnosis: Large size. Dorsal surface of carapace slightly areolated bearing spines, tubercles; subhepatic region slightly inflated, with five spines reduced in size ventrally. Anterolateral margin short, with one strong spine directed outward. Posterolateral margin elongate, with three main strong spines, some supplementary small spines. Rostrum elongate, thick without lateral spines, with distal tip slightly directed upward; pseudorostral spines elongate (twice as long as rostrum) strongly divaricated, thick, directed upward; pseudorostral spines with two strong supplementary lateral spines located proximally, medially, directed upward; pseudorostral spines with two-three tubercles located distally; infraorbital spine strong. Cervical groove well developed, straight, crossing carapace margins directly, delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove straight, crossing carapace margins at base of anterolateral spine. Gastric pits deep. *Linea homolica* sinuous, weak but evident for entire length of carapace, crossing space between pseudorostral, first subhepatic spines, ending at base of infraorbital spine. Orbit not well developed. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite very short. Eye-stalk crossing between pseudorostral, infraorbital spines. Antennulae: article 1 broader than long; article 2 cylindrical, elongate; article 3 short. Antennae: article 1 with prominent urinal tubercle; articles 2-3 short; article 4 elongate; article 5 very short. Proepistome terminating with one spine. Epistome well developed in length, above all mostly in width. Endostome located posteriorly. Anterior margin of buccal area convex, limited by one small ridge, margins joining medially. Shield well marked over exhalent orifice. Antennal spine absent. Buccal spine small. Mxp3 pediform, narrow. Prostomial chamber wide located anteriorly. Male cheliped well developed but shorter than P2-P5; propodus elongate, dactylus short. P2-P4 very elongate, longer than cheliped; merus well developed, with upper margin having three strong spines located proximally, five strong spines located medially, distally, one strong spine at distal extremity; P2-P4 dactylus elongate, curved. P5 very elongate, with merus extending beyond distal extremity of rostrum; upper margin of P5 merus smooth; lateral, lower margin of P5 with strong spines; subcheliform process with propodus short, thicker in median part; dactylus incurved, short. Male abdomen held to sternal plate by many devices; telson with thick margins, having distal extremity inserted into mxp3; coaptation narrow at level of prominent tuberculate condylar indentation of P1 coxa, P2 with a large tubercle, and P3; hb functional.

Female thoracic sternum: longer than broad, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into very small triangular shield, with pointed tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, e4-e5 slightly raised, e6 flat; ridge weak, concave, at connecting point of 2-3, dividing central depression from small, hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, strongly inclined backward distally; crenulate process of 6/7 lateral part well developed. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, elongate, broad; large whitish m8 supported medially by strong r8, anteriorly by r7; broad slit-shaped aperture protected anteriorly by a very small rounded bulge on inner margin of 7; in front of this bulge a thin, arc-shaped m7 unites to m8. D2-d3 shallow. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 short, slightly inclined upward, with gmxp3 small, deep; e4 stocky, slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, deep; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, deep; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, deep; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, relatively narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into very small triangular shield, with pointed tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, slightly restricted at level of 4, e4-e5 slightly raised, e6 flat; ridge weak, concave, at connecting point of 2-3, dividing central depression from a very small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, strongly inclined backward distally; crenulate process of 6/7 lateral part well developed; 7/8 complete, slightly curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part crenulated. D2-d3 deep. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 short, slightly inclined upward, with gmxp3 small, deep; e4 stocky, slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate,

slightly inclined backward, with g2 wide, deep; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, deep; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, deep; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 joined together by a very short median line in the first half of proximal part.

Genus *Gordonopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995
Plate 2

Type species: *Homola* (*Paromola*) *profundorum* Alcock & Anderson, 1899, by original designation; gender feminine.

Included species: *G. profundorum* (Alcock & Anderson, 1899).

Gordonopsis profundorum

Madagascar

P3 Field Research 38: 12°50.0'S-48°09.1'E, 580-585 m, trawling, 14.09.1972, Crosnier coll., Guinot & Richer de Forges det.: 1 ♂ 15.4 x 10 mm (MNHN-B7026).

Type locality: India (Travancore Coast), 7°17'30"N-76°54'30"E, 786 m ("*Investigator*", Stn. 232).

Emended diagnosis: Small size. Dorsal surface of carapace areolated, smooth; subhepatic regions not inflated; elongate subhepatic spine directed outward, upward. Anterolateral margin short, spineless. Posterolateral margin elongate, spineless. Rostrum long, thick without lateral spines, with distal tip directed upward; pseudorostral spines elongate, slightly shorter than rostrum, directed upward. Cervical groove deep, sinuous, continuous, crossing carapace margins at base of subhepatic spine; branchiocardiac groove deep, sinuous, crossing carapace margins, delimiting anterolateral margin with cervical groove. Gastric pits deep. *Linea homolica* well developed for entire length of carapace, crossing space between pseudorostral, subhepatic spines, ending at base of pseudorostral spine. Orbit absent. Eye: basophthalmite cylindrical, short; podophthalmite subrectangular elongate. Podophthalmite located between antennal, subhepatic spines. Antennulae: article 1 short, very broad; articles 2-3 cylindrical, short. Antennae: article 1 with well developed urinal tubercle; articles 2-3 enlarged, short, with triangular, outer strong distal spine; article 4 short, relatively large. Proepistome poorly developed. Epistome strongly reduced. Endostome located anteriorly; buccal area marked anteriroly by a ridge small, thin; endostomial ridge thick. Antennal spine elongate directed forward. Buccal spine absent. Mxp3 pediform, thick, covering partially a portion of buccal area; anterior margin of mxp3 merus extending beyond endostomial ridge. Cheliped short, thicker than P2-P5; propodus triangular slightly enlarged distally; P2-P4 elongate, thin, with dactylus thick in proximal part; upper margins of P2-P3 merus with three spines located proximally; upper margin of P4 merus with two spines located proximally; upper margins of P2-P4 merus with one strong spine located at distal extremity; lower margins of P2-P4 merus spineless. P5 short, shorter than total length of P4 merus; P5 merus slightly incurved, joining mesogastric region of carapace at level of gastric pits, not reaching base of subhepatic spine; lower, upper margins of P5 merus spineless. Male abdomen located between P1-P4 coxae; on inner margin of P1-P3 coxae, one small spine for abdominal locking; anterior part of telson located within mxp3, covered by base and mxp3 coxa; hb present.

Female thoracic sternum: longer than broad, slightly enlarged centrally, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression, slightly curved, e4 strongly raised, e5-e6 weakly raised; ridge strong, concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from small hollow depression in 3; 6 not overlapping 7; 7 not overlapping 8; 8 longer than 7; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight, raised centrally, slightly inclined distally. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, narrow, relatively elongate; 7 with arc-shaped narrow, whitish m7; 8 with narrow, whitish marginal m8; aperture protected medially by a weak r8. D2-d3 deep. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 short, with gmxp3 narrow, deep; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 wide, shallow; e5 elongate, straight, with g2 wide, shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Genus *Homola* Leach, 1816
Plates 3-5

Type species: *Homola barbata* (Fabricius, 1793), by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *H. barbata* (Fabricius, 1793); *H. coriolisi* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. dickinsoni* Eldredge, 1980; *H. eldredgei* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. ikedai* Sakai, 1979; *H. mieensis* Sakai, 1979; *H. minima* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. orientalis* Henderson, 1888; *H. poupini* Richer de Forges & Ng, 2007; *H. ranunculus* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. vigil* A. Milne-Edwards, 1880.

Included fossil species: *H. bajaensis* Schweitzer, Feldmann, Gonzáles-Barba & Ćosović, 2006; *H. barbata* (Fabrius, 1793); *H. vancouverensis* Schweitzer, 2001; *H. vanzoi* Beschin, De Angeli & Zorzin, 2009.

Homola barbata

Italy

Taranto Gulf, Porto Cesareo, 1-2 m, Forest det. 1966: 1 ♂ 25 x 15 mm (MNHN-B13603). - Taranto Gulf, Porto Cesareo, Forest det. 1966: 1 ♀ 16 x 13 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 19 mm (MNHN- B13602).

France

Nice, det. *Homola spinifrons*: 4 ovig. ♀ 38 x 31 mm, 34 x 28 mm, 36 x 29 mm, 36 x 29.2 mm (MNHN-B7201). - Monaco, 1934, Perez coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B12353).

Lebanon

Beyrut, Shiber leg. 1978, Forest det. 1978: 1 ♂ dry specimen poorly preserved (MNHN- B13607).

Algeria

Philippeville Bay, Thiry coll.: 1 ♀ 21 x 11 mm (MNHN-B22393).

Ibero-Morocco Gulf

Stn. 64, 24.05.1955: 1 ♀ poorly preserved (MNHN-B12356). - Stn. L360, 36°40.0'N-7°01.6'W, 03.12.1959: 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B13764).

Republic of Congo

Black Point, 5°S-11°32'E, 98 m, 10.09.1965, Crosnier coll. and det.: 1 ovig. ♀ 25 x 18 mm (MNHN-B12361). - 4°56'S-11°31'E, 95 m, 03.09.1965, Crosnier det.: 1 ♀ 28 x 20 mm, 2 ovig. ♀ 24 x 18 mm, 1 ♂ 23 x 16 mm (MNHN-B20529).

Homola coriolisi

Solomon Islands

SALOMON 1: Stn. DW1776, 8°20.7'S-160°40.7'E, 295-381 m, 29.09.2001, Bouchet, Dayrat, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 25 x 21 mm (MNHN-B31117).

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP1136, 15°40.62'S-167°01.60'E, 398-400 m, 11.10.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 25 x 21 mm (MNHN-B30255). - Stn. CP1137, 15°41.52'S-167°02.67'E, 360-371 m, 11.10.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 18 x 15 mm (MNHN-B31244). - Stn. CP1138, 15°44.15'S-167°04.72'E, 462-492 m, 11.10.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 12 mm (MNHN-B31256).

New Caledonia

BATHUS 2: Stn. CP736, 23°03.38'S-166°58.96'E, 452-464 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♂ 10 x 6 mm, 1 ovig. ♀ 14 x 11 mm (MNHN-B31255).

BATHUS 3: Stn. CP846, 23°03'S-166°58'E, 500-514 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 2 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 10 x 8 mm, 4 juv. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31253). - Stn. CP833, 23°03'S-166°58'E, 441-444 m, 30.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 juv. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31259).

BATHUS 4: Stn. DW927, 18°55.48'S-163°22.11'E, 452-444 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 11 mm (MNHN-B31254). - Stn. DW929, 18°51.55'S-163°23.27'E, 502-516 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ovig. ♀ 13 x 11 mm, 1 ♀ 17 x 14 mm, 1 ovig. ♀ 17 x 14 mm (MNHN-B31258). - Stn. CP928, 18°54.72'S-163°23.73'E, 420-452 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 25 x 21 mm (MNHN-B30256). - Stn. CP889, 21°00.83'S-164°27.34'E, 416-433 m, 02.08.1994, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 8 x 7 mm (MNHN-B31266).

BERYX 11: Stn. CP08, 24°54'S-168°21'E, 540-570 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 7 mm (MNHN-B31264). - Stn. Dw11, 24°44'S-168°10'E, 320-350 m, 16.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31267). - Stn. CP07, 24°55'S-168°21'E, 510-550 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 5 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 11x 8 mm (MNHN-B31245).

CHALCAL 2: Stn. CC1, 24°54.96'S-168°21.91'E, 500 m, 28.10.1986: 8 specimens poorly preserved with 1 ovig. ♀ 10 x 9 mm (MNHN-B19890).

HALIPRO 1: Stn. CH877, 23°03.51'S-166°59.20'E, 464-480 m, Richer de Forges coll.: 4 juv. ♂ 6 x 5 mm, 4 ♂ 10 x 8 mm, 2 ♀ 10 x 9 mm, 1 ovig. ♀ 12 x 10 mm (MNHN-B31252).

LITHIST: Stn. DW07, 24°55.4'S-168°21.6'E, 504-530 m, 11.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 10 x 9 mm (MNHN-B31249).

MUSORSTOM 4: Stn. CP180, 18°56.8'S-163°17.7'E, 440 m, 18.09.1985: 2 juv. ♂ 8 x 7 mm, 8 x 7 mm (MNHN-B16724). - Stn. CP193, 18°56.3'S-163°23.2', 415 m, 19.09.1985: 1 ♂ 21 x 19 mm (MNHN-B16691). - Stn. CP194, 18°52.8'S-163°21.7'E, 545 m, 19.09.1985: 1 ♂ 12 x 10 mm (MNHN-B16693). - Stn. DW221, 22°58.6'S-167°36.8'E, 535-560 m, 29.09.1985: 1 juv. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B20273).

NORFOLK 1: Stn. DW1694, 24°40'S-168°39'E, 575-589 m, 24.07.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm (MNHN-B31271). - Stn. CP1670, 23°39'S-167°59'E, 382-386 m, 21.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 13 x 9 mm (MNHN-B31239). - Stn. DW1684, 24°55'S-168°22'E, 508-541 m, 23.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31263). - Stn. DW1732, 23°20'S-168°16'E, 347-1,063 m, 27.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31247). - Stn. DW1692, 24°56'S-168°21'E, 507-967 m, 23.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31240).

NORFOLK 2: Stn. DW2084, 24°52'S-168°22'E, 586-730 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm, 1 juv. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31246). - Stn. CP2082, 24°55'S-168°22'E, 505-514 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm, 2 ovig. ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B31257). - Stn. DW2132, 23°17'S-168°14'E, 405-455 m, 02.11.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31242). - Stn. DW2081, 25°54'S-168°22'E, 500-505 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 2 juv. ♂ 9 x 6 mm (MNHN-B31272). - Stn. CP2111, 23°49'S-168°17'E, 500-1,074 m, 31.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 9 x 6 mm (MNHN-B31243).

SMIB 2: Stn. DW9, 22°54'S-167°15'E, 475-500 m, 19.09.1986: 1 juv. ♀ 8 x 7 mm (MNHN-B19889). -Stn. DC26, 22°59'S-167°23'E, 500-535 m, 21.09.1986: 1 ♂ 12 x 10 mm (MNHN-B19891).

SMIB 8: Stn. DW146, 24°55.2'S-168°21.7'E, 514-522 m, 27.01.1993: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B31265). - Stn. DW146, 24°55.2'S-168°21.7'E, 514-522 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31268). - Stn. Dw150, 24°54.3'S-168°22.2'E, 519-530 m, 27.01.1993: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm, 2 ♂ 11 x 9 mm, 1 ovig. ♀ 11 x 9 mm (MNHN-B31251). - Stn. Dw147, 24°54.9'S-168°21.3'E, 508-532 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31250). - Stn. DW201, 22°58.6'S-167°20.3'E, 500-504 m, 02.02.1993: 1 ♀ 11 x 9 mm (MNHN-B31273). - Stn. DW152, 24°54.3'S-168°22.2'E, 514-530 m, 27.01.1993: 2 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31242).

Loyalty Islands

"Vauban": 20°31'S-166°50'E, 400 m, Intès coll., 21.02.1977, Guinot & Richer de Forges det. *Homola ikedai*: 1 ♀ 29 x 27 mm (MNHN-B6965).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1527, 21°16'S-174°59'W, 483-509 m, 03.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31248).

Homola dickinsoni

Hawaii

Stn. 19, 11.03.1984: 1 ♀ 33 x 26 mm (MNHN-B30996).

Homola eldredgei

Seychelles

CEPROS: 4°46.5'S-56°38.4'E, 420-430 m, 23.10.1987, Intès coll.: 1 ovig. ♀ 30 x 26 mm (MNHN-B20285), 1 ovig. ♀ 30 x 26 mm (MNHN-B24322).

Homola mieensis

New Caledonia

Boulari: 400 m, 02.06.1978, Intès coll., Guinot & Richer de Forges det.: 1 ♂ 48 x 35 mm, 1 ovig. ♀ 49 x 39 mm (MNHN-B16722).

BATHUS 4: Stn. DW925, 18°54.55'S-163°23.75'E, 370-405 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 37 x 29 mm (MNHN-B31166).

LITHIST: Stn. CP16, 23°43.2'S-168°16.2'E, 379-391 m, 12.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 35 x 27 mm (MNHN-B31167).

Loyalty Islands

Lifou: 21°06'S-167°03.8'E, ?1,000 m, 18.06.1977, Intès coll., Guinot & Richer de Forges det.: 1 ♀ 47 x 37 mm, 1 ovig. ♀ 49 x 40 mm (MNHN-B7038).

MUSORSTOM 6: Stn. DW391, 20°47.3'S-167°05.7'E, 390 m, 13.02.1989: 1 juv. ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B24652).

Homola minima

South America

"Calypso": Stn. 104, 23°12'S-42°31'W, 102 m, 02.12.1961: 1 juv. ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B13609). - Stn. 153, 32°06.08'S-51°43.5'W, 21 m, 18.12.1961: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B13610). - Stn. 129, 23°40'S-45°01'W, 37 m, 10.12.1961, Guinot det. 2002: 1 ♂ 15 x 11 mm (MNHN- B28739).

Brazil

"Prof. W. Besnard": Stn. 378, 32°15'S-51°16'W, 57 m, 25.04.1974, De Melo det. *Homola barbata* et leg.: 1 ♀ 25 x 18 mm (MNHN-B21887).

Homola orientalis

Réunion

350 m, Guézé coll., Crosnier det., collected 1972: 2 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B 16551). - 350-500 m, 02.02.1974: 1 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B20276). - 150 m, 1972, Guézé coll., Crosnier det.: 1 ♂ 30 x 23 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 2 ♀ 25 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B16552). - 350 m, 12.1972, Guézé coll.: 2 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B16551). - 650 m, 11.09.1973, Guézé coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm, 2 ovig. ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B13760). - 350-400 m, 02.02.1974, Guézé coll.: 1 ♂ 20 x 17 mm (MNHN-B6968). - 230-270 m, 15.03.1973, Guézé coll., Crosnier det.: 2 ♂ 40 x 30 mm, 5 ovig. ♀ 35 x 25 mm (MNHN-B13759).

Seychelles

CEPROS: Stn. 2.11, 04°22.5'S-56°19.1'E, 190-200 m, 21.10.1987: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B20286). - Stn. ECH 51, 200 m, 24-25.10.1987, lntès coll.: 1 ♀ 33 x 26 mm (MNHN-B20287).

Madagascar

12°43.3'S-48°15.7'E, 245-255 m, Crosnier coll., 14.04.1971: 1 ♀ 18 x 13 mm (MNHN-B6981). - 23°36.7'S-43°32.0'E, 340-360 m, 27.02.1973: 1 ♂ 30 x 25 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B6985). *"Marion Dufresne 08"*: Stn. 7, 36°48.6'S-52°06'1E, 320 m, 19.03.1976: 1 ♂ 40 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B6973). - Stn. 2, 22°20.5'S-43°06.1'E, 400 m, 20.12.1985, Cleva coll.: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B20275).

"Vauban": 12°41.3'S-48°16'E, 308-314 m, 15.04.1971, Crosnier coll.: 2 ♀ 18 x 16 mm, 13 x 12 mm (MNHN-B6980). - 12°43.3'S-48°15.7'E, 245-255 m, 15.04.1971, Crosnier coll.: 1 ♀ 18 x 16 mm (MNHN-B6981). - 12°41'S-48°14.5'E, 290-295 m, 18.01.1972, Crosnier coll.: 3 ♂ 17 x 15 mm, 17 x 1 mm, 15 x 12 mm, 1 ♀ 11 x 10 mm, 2 ♀ poorly preserved (MNHN-B6984). - 12°42.4'S-48°11.3'E, 285-295 m, 15.09.1972, Crosnier coll.: 1 ♂ 31 x 26 mm (MNHN-B6976). - 15°25.7'S-46°01'E, 200-210 m, 07.11.1972, Crosnier coll.: 3 juv. ♂ 9 x 8 mm, 8 x 7 mm, 6 x 5 mm (MNHN-B6977). - 15°19.1'S-46°11.8'E, 400 m, 07.11.1972, Crosnier coll.: 3 ♂ 18 x 16 mm, 18 x 15 mm, 11 x 9 mm (MNHN-B6978). - 23°36.1'S-43°32'E, 340-360 m, 27.02.1973, Crosnier coll.: 2 ♂ 33 x 27 mm, 28 x 24 mm (MNHN-B6985). - 23°36.3'S-43°32.5'E, 250 m, 28.02.1973: 1 ♂ 14 x 12 mm (MNHN-B6982). - 15°20.0'S-46°11.8'E, 245-250 m, 07.11.1972, Crosnier coll.: 1 ovig. ♀ 26 x 20 mm (MNHN-B6979).

"FAO 60": 12°02'S-49°25'E, 150 m, 05.05.1973: 1 ♀ 12 x 10 mm (MNHN-B6983).

S Indian Ocean

"Marion Dufresne 08": 36°48.6'S-52°06.1'E, 320 m, 19.03.1976: 1 ♂ 40 x 33 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 22 mm (MNHN-B6973).

Indonesia

KARUBAR: Stn. DW18, 05°18'S-133°01'E, 205-212 m, 24.10.1991: 1 ♂ 13 x 9 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B22492) (Kai Islands). - Stn. CP36, 06°05'S-132°44'E, 268-210 m, 27.10.1991: 3 ♂ 38 x 31 mm, 33 x 25 mm, 13 x 10 mm, 2 ♀ 26 x 19 mm, 21 x 15 mm (MNHN-B22491) (Kai Islands). - Stn. DW15, 05°17'S-132°41'E, 212-221 m, 24.10.1991, Guinot & Richer de Forges det. 1992: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B27883) (Kai Islands). - N.O. *"Baruna Jaya I"*, Stn. CP36, 06°05'S-132°44'E, 268-210 m, 27.10.1991: 1 juv. ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 37 x 28 mm, 1 ♂ 32 x 25 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B22491) (Kai Islands). - Stn. CP46, 08°01'S-132°51'E, 271-273 m, 29.10.1991: 1 ♀ 12 x 10 mm (MNHN-B22493) (Tanimbar Islands). - Stn. DW49, 08°00'S-132°59'E, 210-206 m, 29.10.1991: 1 ♂ 20 x 13 mm (MNHN-B24791) (Tanimbar Islands). - Stn. DW50, 07°59'S-133°02'E, 184-186 m, 29.10.1991: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B22495) (Tanimbar Islands). - Stn. CP67, 08°58'S-132°06'E, 233-146 m, 01.11.1991: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B22494) (Tanimbar Islands). - Stn. CP82, 09°32'S-131°02'E, 219-215 m, 04.11.1991: 1 ♂ 26 x 20 mm (MNHN-B22496) (Tanimbar Islands).

Philippines

MUSORSTOM 1: Stn. DW5, 14°01.5'N-120°23.5'E, 200-215 m, 19.03.1976: 1 ♂ 25 x 21 mm (MNHN-B13874). - Stn. DW12, 14°00.8'N-120°20.5'E, 187-210 m, 20.03.1976: 1 ♂ 34 x 26 mm (MNHN-B13870). - Stn. DW24, 14°00.0'N-120°18.0'E, 189-209 m, 22.03.1976: 3 ♂ 16 x 13 mm, 25 x 20 mm, 27 x 21 mm (MNHN-B13877). - Stn. DW25, 14°02.7'N-120°20.3'E, 191-200 m, 22.03.1986: 2 ♂ 28 x 21 mm, 29 x 22 mm (MNHN-B13876). - Stn. CP32, 14°02.2'S-120°17.7'E, 184-193 m,

23.03.1976: 1 ♂ 20 x 14 mm (MNHN-B13879). - Stn. DW35, 13°59.0'N-120°18.5'E, 186-187 m, 23.03.1976: 1 ♂ 17 x 14 mm, 1 ♂ juv.10 x 8 mm (MNHN-B13878). - Stn. DW36, 14°01.2'N-120°20.2'E, 187-210 m, 23.03.1976: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm, 1 ♀ 27 x 21 mm (MNHN-B13880). - Stn. DW60, 14°06.6'N-120°18.2'E, 129 m, 27.03.1976: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B24722). - Stn. DW61, 14°02.2'N-120°18.1'E, 184-202 m, 27.03.1976: 1 ovig. ♀ 25 x 22 mm (MNHN-B13875). - Stn. DW64, 14°00.5'N-120°16.3'E, 195 m, 27.03.1976: 1 juv. ♂ 5 x 4 mm (MNHN-B13873). - Stn. DW71, 14°09.3'N-120°26.2'E, 174-204 m, 28.03.1976: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B24723).

MUSORSTOM 2: Stn. DW13, 14°00.5'N-120°20.7'E, 193-200 m, 21.11.1980: 1 juv. ♂ 13 x 9 mm; 1 juv. ♂ poorly preserved (MNHN-B13885). - Stn. DW17, 14°00.0'N-120°17.1'E, 174-193 m, 22.11.1980: 1 ♂ 17 x 13 mm (MNHN-B13896). - Stn. DW19, 14°00.5'N-120°16.5'E, 189-192 m, 22.11.1980: 1 juv. ♂ 16 x 12 mm (MNHN-B13897). - Stn. DW51, 13°59.3'N-120°16.4'E, 170-187 m, 27.11.1980: 2 ♂ 20 x 15 mm, 36 x 29 mm, 1 ovig. ♀ 26 x 20 mm (MNHN-B13894). - Stn. DW53, 13°59.2'N-120°18.3'E, 215-216 m, 27.11.1980: 1 ♂ 26 x 20 mm, 2 ovig. ♀ 25 x 20 mm, 30 x 23 mm, 1 juv. ♂ 5 x 4 mm (MNHN-B13892). - Stn. CP88, 183-187 m: 1 juv. ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B13864). - Stn. 17, 174-193 m, 22.11.1980, Guinot & Richer de Forges det. 1986: 1 ♂ 18 x 12 mm (MNHN-B13896). - Stn. 19, 189-192 m, Guinot & Richer de Forges det. 1986: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B13897). - Stn. 13, 193-200 m, 21.11.1980: 2 juv. ♂ 8 x 7 mm (MNHN-B13885). - Stn. 51, 170-187 m, 27.11.1980: 1 juv. ♂ 18 x 14 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B13894). - Stn. 53, 215-216 m, 27.11.1980: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 ovig. ♀ 27 x 22 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B13892).

MUSORSTOM 3: Stn. CP88, 14°01'N-120°17'E, 183-187 m, 31.05.1985: 1 juv. ♀ 13 x 10 mm (MNHN-B13864). - Stn. CP92, 14°03'N-120°12'E, 224 m, 31.05.1985: 1 ♂ 35 x 26 mm (MNHN- B13871). - Stn. CP108, 14°01'N-120°18'E, 188-195 m, 02.06.1985: 1 juv. ♂ 13 x 10 mm (MNHN-B13881). - Stn. CP124, 12°02'N-121°35'E, 120-123 m, 04.06.1985: 1 ♂ 26 x 21 mm (MNHN-B13872). - Stn. CP92, 14°03'N-120°12'E, 224 m, 31.05.1985: 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN- B13871).

MUSORSTOM 1976: Stn. 24, 189-209 m: 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 25 x 17 mm, 1 juv. ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B13877). - Stn. 25, 191-200 m, 22.03.1976: 2 ♂ 28 x 20 mm (MNHN-B13885). - Stn. 32, 184-195 m, 23.03.1976: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B13879). - Stn. 61, 184-202 m, 27.03.1976: 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B13875). - Stn. 36, 187-210 m, 23.03.1976: 1 ♀ 25 x 20 mm, 1 juv. ♂ 9 x 7 mm (MNHN-B13880). - Stn. 12, 187 m, 20.03.1976: 1 ♂ 30 x 25 mm (MNHN-B13870). - Stn. 5, 200-215 m, 19.03.1976: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B13874).

PANGLAO 2005: Stn. CA2373, 8°42.4'N-123°13.4'E, 123 m, 27.05.2005, ex ZRC: 1 ♀ 15 x 12 mm, 1 ♀ 18 x 14 mm, 1 ♂ 15 x 12 mm, 1 ♀ 18 x 14 mm, 1 ♀ 20 x 16 mm, 1 ♂ 20 x 16 mm (MNHN-B31909). - Stn. CP2368, 8°56.1'N-123°16.6'E, 316-318 m, 27.05.2005, ex ZRC: 1 ♂ 18 x 14 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 18 mm (MNHN-B31910). - Stn. 2345, 9°28.3'N-123°54.1E, 276 m, 23.05.2005, ex ZRC: 2 ♀ 20 x 15 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 25 x 18 mm, 1 ♀ 27 x 22 mm, 1 ♂ 28 x 22 mm (MNHN-B31912). - Maribohoc Bay (Panglao Island), 100-300 m, 11.2003-04.2004, Arbasto coll. 2003, Richer de Forges det. 2005, ex ZRC: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, 1 ♂ 19 x 14 mm, 3 ♂ 22 x 16 mm, 3 ovig. ♀ 22 x 16 mm, 1 ♀ 24 x 19 mm, 4 ovig. ♀ 24 x 19 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm, 1 ♂ 28 x 22 mm, 1 ovig. ♀ 32 x 25 mm, 1 ♂ 35 x 27 mm (MNHN-B31911). - Stn. CP2381, 8°43.3'E-123°19.0'E, 275-280 m, 28.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31927).

Taiwan

Ilan County, 1998, Ng & Huang det. 1998, Chan leg. 1988: 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm, 1 ♂ 50 x 35 mm (MNHN-B26320). - "*Cheng Ming Fa*", 22°14.6'N-120°59.9'E, 208 m, 24.05.2002, Chan, Cosel & Richer coll.: 1 ovig. ♀ 20 x 15 mm, 1 ♀ 13 x 10 mm, 1 ♂ 15 x 11 mm (MNHN-B29569).

TAIWAN 2000: Stn. CP35, 22°01.8'N-120°26.6'E, 246 m, 31.07.2000, Bouchet, Richer & Chan coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31100). - Stn. CP58, 24°35.1'N-122°05.8'E, 221 m, 04.08.2000, Bouchet, Richer & Chan coll.: 5 juv. ♂ 6 x 4 mm, 3 juv. ♂ 8 x 6 mm, 3 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31095).

TAIWAN 2001: Stn. Dw118, 24°56.3'N-122°01.5'E, 128-136 m, 31.07.2001, Chan coll.: 1 ♀ 14 x 10 mm (MNHN-B31097). - Stn. CP76, 24°56.5'N-122°01.5'E, 115-170 m, 07.05.2001, Bouchet, Richer & Chan coll.: 1 ovig. ♀ 22 x 16 mm (MNHN-B31096).

TAIWAN 2002: Stn. CP162, 22°09.6'N-120°37.9'E, 190-200 m, 25.05.2002, Chan, Cosel, Richer coll., Chan det. 2003: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B29573).

Japan

Sagami Bay, 150-180 m, 30.03.1990, Ikeda coll.: 1 ♀ 30 x 25 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN- B24801). - Kii Minabe (Wakayama Prefecture), 15.02.1983, Sakai coll., Sakai leg. 07.12.1990, Nakano det. 01.06.1983: 1 ♂ 25 x 15 mm (MNHN-B24448).

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. DW2173, 9°06.5'S-159°02.2'E, 201-231 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31101).

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP970, 20°18.56'S-169°53.19'E, 252-310 m, 21.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31094).

New Caledonia

"*Guinean Trawling Survey*": Stn. 6, 4°49'S-11°20'E, 100 m, 08.12.1963: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN- B22612).

"*Thalassa*": 18.02.1987, 280 m: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B20116).

"*Vauban*": Stn. DW10, 22°54'S-167°12'E, 395-410 m, 06.02.1986: 1 ♀ 22 x 18 mm, 1 ovig. ♀ 20 x 15 mm, 1 ♀ 18 x 14 mm, 1 ♀ 15 x 12 mm (MNHN-B20271). - 400 m, 15.01.1987, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31124). - 22°49'S-167°12'E, 390-395 m, 10.04.1978: 1 ♀ 12 x 10 mm (MNHN-B6972).

"*Passe de Yandé*": 20°07'S-163°44'E, 200 m, 01.09.1978: 1 ♂ 23 x 19 mm, 1 ovig. ♀ 24 x 20 mm (MNHN-B6974).

"*Passe de la Gazelle*", 20°24'S - 163°54'E, 200 m, 31.08.1978: 1 ♂ 25 x 22 mm, 2 ♀ 30 x 25 mm, 29 x 24 mm (MNHN-B6975).

"*Tombo Reef*", 200-250 m, 03.1981: 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B17262).

AZTÈQUE: Stn. 1, 23°16.7'S-168°04.7'E, 290-460 m, 12.02.1990: 1 ovig. ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B24567). - Stn. 10, 22°52.8'S-167°33.5'E, 350-360 m, 15.02.1990: 1 ovig. ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B24568).

BATHUS 1: Stn. CP711, 21°43.00'S-166°53.71'E, 315-327 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B31130). - Stn. CP668, 20°57.21'S-165°34.57'E, 205-219 m, 14.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B31142). - Stn. CP701, 20°57.54'S-165°35.86'E, 302-335 m, 18.03.1993: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 9 x 7 mm (MNHN-B31122). - Stn. CP707, 21°42.7'S-166°35.7'E, 347-375 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B31113).

BATHUS 2: Stn. CP736, 23°03.38'S-166°58.96'E, 452-464 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 12 x 9 mm, 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31105). - Stn. DW724, 22°47.85'S-167°25.77'E, 344-358 m, 11.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B31120). - Stn. DW730, 23°02.56'S-166°58.30'E, 397-400 m, 12.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 18 x 12 mm (MNHN-B31128). - Stn. DW749, 22°33.4'S-166°26'E, 233-258 m, 15.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31150). - Stn. CP760, 22°18.87'S-166°10.55'E, 455 m, 16.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31148). - Stn. DW719, 22°47.57'S-167°14.58'E, 444-455 m, 11.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31155). - Stn. CP737, 23°03.42'S-166°59.97'E, 350-400 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 17 x 12 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm, 2 ♀ 17 x 12 mm (MNHN-B31164). - Stn. DW729, 22°52.42'S-167°11.90'E, 400 m, 12.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 10 x 7 mm, 1 ♂ 15 x 11 mm, 2 ♀ 12 x 10 mm, 2 ovig. ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B31160).

BATHUS 3: Stn. CP847, 23°02.53'S-166°58.18'E, 405-411 m, 01.12.1993, Richer de Forges coll.: 3 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31106). - Stn. CP806, 23°42'S-168°01'E, 308-312 m, 27.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B31138). - Stn. CP812, 23°43'S-168°16'E, 391-440 m, 28.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 17 x 12 mm, 1 ♀ 18 x 14 mm (MNHN-B31137). - Stn. DW830, 23°20'S-168°01'E, 361-365 m, 29.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31146). - Stn. DW830, 23°19.75'S-168°01.45'E, 361-365 m, 29.11.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 17 x 12 mm, 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B31162). - Stn. CP847, 23°03'S-166°58'E, 405-411 m, 01.12.1993: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B29572).

BATHUS 4: Stn. CAS935, 19°03.07'S-163°27.99'E, 270 m, 08.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B31114). - Stn. DW925, 18°54.55'S-163°23.75'E, 370-405 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 17 x 13 mm (MNHN-B31141). - Stn. DW924, 18°54.85'S-163°24.34'E, 344-360 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm, 1 ♂ 17 x 11 mm, 1 ♀ 15 x 11 mm (MNHN-B31134). - Stn. CP937, 19°02.57'S-163°27.66'E, 257-261 m, 08.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 17 x 14 mm (MNHN-B31136). - Stn. DW926, 18°56.80'S-163°25.36'E, 325-330 m, 07.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B31139). - Stn. DW941, 19°02.03'S-163°26.93'E, 270 m, 08.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B31144). - Stn. CP939, 18°58.18'S-163°25.37'E, 304-320 m, 08.08.1994, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31157). - Stn. CP906, 19°01.07'S-163°14.51'E, 339-350 m, 04.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31165).

BERYX 11: Stn. CP23, 24°43'S-168°08'E, 270-290 m, 17.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 17 x 14 mm (MNHN-B31133). - Stn. CP17, 24°48'S-168°09'E, 250-270 m, 16.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31154).

BIOCAL: Stn. CP84, 20°43.49'S-167°00.27'E, 150-210 m, 06.09.1985: 1 ♂ 29 x 24 mm, 1 ovig. ♀ 21 x 17 mm (MNHN-B16685). - Stn. CP108, 22°02.55'S-167°05.68'E, 335 m, 09.09.1985: 1 juv. ♂ 9 x 7 mm (MNHN-B16686). - Stn. CP110, 22°12.38'S-167°06.43'E, 275-320 m, 09.09.1985: 1 juv. ♂ 9 x 7 mm, 1 ovig. ♀ 22 x 17 mm (MNHN-B16687).

HALIPRO 1: Stn. CC856, 21°44'S-166°37'E, 311-365 m, 20.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, 2 ♂ 18 x 14 mm, 1 ♀ 22 x 17 mm, 1 ovig. ♀ 24 x 17 mm (MNHN-B31116). - Stn. CP868, 21°14'S-165°55'E, 430-550 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31111). - Stn. CP869, 21°14'S-165°55'E, 450-490 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31149). - Stn. CP851, 21°43'S-166°37'E, 314-364 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31140). - Stn. CP851, 21°43'S-166°37'E, 314-364 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm, 2 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31147). - Stn. CC855, 21°45'S-166°37'E, 204-220 m, 20.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31151). - Stn. CH879, 23°03'S-167°02'E, 350 m, 31.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31158).

LAGON: Stn. 420, 22°44'S-167°09'E, 345 m, 24.01.1985: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B20277).

LITHIST: Stn. CP15, 23°40.4'S-168°15.0'E, 389-404 m, 12.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B31115). - Stn. CP16, 23°43.2'S-168°16.2'E, 379-391 m, 12.08.1999, Richer-IRD coll.: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31131).

MUSORSTOM 4: Stn. DW172, 19°01.2'S-163°16.0'E, 275-330 m, 17.09.1985: 1 ♀ 21 x 17 mm (MNHN-B16688). - Stn. DW181, 18°57.2'S-163°22.4'E, 350 m, 18.09.1985: 1 ♂ 14 x 15 mm (MNHN-B16689). - Stn. DW188, 280 m, 18.09.1985: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B20278). - Stn. CP213, 22°51.3'S-167°12'E, 405-430 m, 28.09.1985: 2 juv. ♂ 10 x 7 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B20281). - Stn. DW226, 22°47.2'S-167°21.6'E, 390 m, 30.09.1985: 1 ovig. ♀ 22 x 17 mm (MNHN-B20282).

MUSORSTOM 5: Stn. 377, 19.48'60S-158.29'10E, 250 m: 1 ovig. ♀ 18 x 13 mm (MNHN-B19899). - 20°07'S-163°44'E, 200 m, Barro coll. 01.09.1978: 1 ♂ 20 x 17 mm, 1 ovig. ♀ 22 x 18 mm (MNHN-B6974). - 200-250 m, 1981: 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B17262).

NORFOLK 1: Stn. CP1677, 24°44'S-168°09'E, 233-259 m, 22.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 17 x 11 mm (MNHN-B31110). - Stn. CP1669, 23°39'S-168°01'E, 302-325 m, 21.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31109). - Stn. CP1672, 23°43'S-168°01'E, 267-324 m, 21.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31132). - Stn. DW1657, 23°28'S-167°52'E, 305-332 m, 19.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 22 x 16 mm (MNHN-B31127). - Stn. CP1683,

24°43'S-168°08'E, 248-272 m, 22.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31135). - Stn. DW1675, 24°45'S-168°09'E, 231-233 m, 22.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31153). - Stn. DW1723, 23°18'S-168°15'E, 266-267 m, 27.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31126). - Stn. CP1713, 23°22'S-168°02'E, 204-216 m, 26.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31123). - Stn. CP1676, 24°43'S-168°09'E, 227-232 m, 22.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 22 x 16 mm (MNHN-B31159).

NORFOLK 2: Stn. CP2089, 24°44'S-168°09'E, 227-230 m, 29.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 21 x 15 mm (MNHN-B31104). - Stn. CP2154, 22°50'S-167°13'E, 410-423 m, 05.11.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 16 x 11 mm (MNHN-B31121). - Stn. CP2095, 24°46'S-168°10'E, 283-310 m, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31145). - Stn. CP2153, 22°47'S-167°12'E, 395-400 m, 05.11.2000, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 17 x 14 mm (MNHN-B31129). - Stn. DW2041, 23°41'S-168°01'E, 400 m, 23.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B31143). - Stn. CP2152, 22°45'S-167°14'E, 380-390 m, 05.11.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31152).

SMIB 2: Stn. DW16, 22°51'S-167°12'E, 390 m, 19.09.1986: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B19880).

SMIB 3: Stn. DW28, 23°47.0'S-167°11.8'E, 394 m, 25.05.1987: 1 ♀ 17 x 14 mm (MNHN-B20123).

SMIB 5: Stn. DW76, 23°41.2'S-168°E, 280 m, 07.09.1989: 1 juv. ♀ 10 x 7 mm (MNHN-B22388). - Stn. DW98, 23°01.7'S-168°16.1'E, 335 m, 14.09.1989: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B24651). - Stn. DW104, 23°15.7'S-168°04.4'E, 335 m, 14.09.1989: 1 ♀ 17 x 12 mm (MNHN-B24649).

SMIB 6: Stn. CP114, 19°01.2'S-163°28.8'E, 255-265 m, 02.03.1990: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B24565). - Stn. DW126, 18°59.1'S-163°22.7'E, 320-330 m, 03.03.1990: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B24565). - Stn. 114, 19°01.2'S-163°28.8'E, 255-265 m, 02.03.1990, Guinot det. 1993: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B24790).

SMIB 8: Stn. DW160, 24°46.1'S-168°08.1'E, 280-282 m, 28.01.1993: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31107). - Stn. DW185, 23°16'S-168°04.3'E, 305-355 m, 31.01.1993: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31119). - Stn. DW146, 24°55.2'S-168°21.7'E, 514-522 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31156). - Stn. DW197, 22°51.3'S-168°12.5'E, 414-436 m, 01.02.1993: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B31163).

SURPRISE: Stn. CP1399, 18°29.0'S-163°02.1'E, 325 m, 14.05.1999, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31125). - Stn. CP1392, 18°29.8'S-163°02.7'E, 370 m, 12.05.1999, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm, 1 juv. ♂ 11 x 9 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31161).

Chesterfield Islands

CORAIL 2: Stn. 162, 19°46.2'S-158°25.7'E, 203-208 m, 01.09.1988: 1 ovig. ♀ 27 x 21 mm (MNHN-B22400).

MUSORSTOM 5: Stn. DC377, 250 m, 20.10.1986: 1 ovig. ♀ 19 x 14 mm (MNHN-B19899). - Stn. 361, 19°52.5'S-158°38.1'E, 400 m, 19.10.1986: 2 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B19892). - Stn. 368, 19°52.3'S-158°32.8'E, 305 m, 20.10.1986: 1 ♂ 20 x 14 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 11 mm (MNHN-B19893).

Loyalty Islands

"Vauban": 20°31'S-166°50'E, 400 m, 21.02.1977: 1 ♂ 22 x 18 mm (MNHN-B6970) (Seuil Uvea-Lifou). - 20°31'S-166°50'E, 300 m, 23.02.1977: 2 ♂ 19 x 15 mm, 12 x 11 mm (MNHN-B6971).

MUSORSTOM6: Stn. DW406, 20°40.6'S-167°06.8'E, 373 m, 15.02.1989: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B22387). - Stn. CP454, 21°00.6'S-167°26.5'E, 20.02.1989: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B22386). - Stn. DW461, 21°06'S-167°26.5'E, 240 m, 21.02.1989: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B22389).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1474, 19°39'S-178°10'W, 316-340 m, 08.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 4 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B31098). - Stn. CP1470, 19°40'S-178°10'W, 316-323 m, 08.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 9 x 6 mm, 2 ♂ 12 x 9 mm, 1 ♀ 15 x 12 mm, 1 ♀ 20 x 14 mm (MNHN-B31103). - Stn. DW1469, 19°40'S-178°10'W, 314-377 m, 08.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31112).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1626, 23°20'S-176°16'W, 220-249 m, 19.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 9 x 6 mm (MNHN-B31108). - Stn. CP1561, 19°52'S-174°40'W, 383-393 m, 08.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31102). - Stn. CP1592, 19°08'S-174°17'W, 391-426 m, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B31099).

French Polynesia

Tubuai Island: 200 m, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 25 x 20 mm, 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B6969).

Tuamotu Islands: Stn. 234, 22°15'S-138°46'W, 250 m, 22.05.1990: 1 ♂ 30 x 25 mm (MNHN- B24555). - Stn. 243, 21°30.8'S-135°38.5'W, 130 m, 30.05.1990: 1 ovig. ♀ 30 x 20 mm (MNHN- B24439) - 16°42.8'S-142°52.8'W, 220 m, 15.11.1989, Crosnier det. 1990: 1 ♀ 35 x 25 mm (MNHN-B22383).

Society Island (Bora Bora): Stn. 275, 16°26.5'S-151°46.2'W, 190 m, 25.06.1990: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B24348).

BENTHAUS: Stn. CAS2008, 22°27.1'S-151°18.9'W, 280-300 m, 24.11.2002, Poupin det., IRD-MNHN coll.: 1 ovig. ♀ 34 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B31118). - Stn. 495, 230 m, Poupin coll. et det.: 1 ♀ 25 x 18 mm (MNHN-B29568) (Marquesas Islands).

SMCB (Poupin & Richer de Forges): 17°32.6'S-150°39'W, 300 m, 07.08.1989: 1 ♂ 20 x 14 mm (MNHN-B22391) [Society Island (Bora Bora)]. - Stn. 275, 16°26.5'S-151°46.2'W, 190 m, 25.06.1990: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B24348). - 18°32'S - 139°12'W, 250-300 m, 10.06.1989: 1 ♂ 29 x 16 mm, 1 ♀ 35 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 28 x 20 mm (MNHN-B22390) [Tuamotu Islands (Akiaki Atoll)]. - 14°40'S-145°15.2'W, 250 m, 07.06.1989: 2 ♂ 25 x 19 mm, 2 ♂ 30 x 22 mm, 1 ♀ 27 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 27 x 20 mm, 3 ovig. ♀ 35 x 25 mm (MNHN-B22385) (Takapoto Atoll). -Stn. 243, 21°30.8'S-135°38.5'W, 130 m, 30.05.1990: 1 ovig. ♀ 33 x 23 mm (MNHN-B24349) (Marutea Atoll). - Stn. 252, 16°38.4'S-144°14.6'W, 120 m, 04.06.1990: 1 ♂ 22 x 16 mm (MNHN-B24347) (Tuanake Atoll). - 200 m, 05.1979: 2 ♂ 29 x 24 mm, 31 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B6969) (Tubuai Island). - 200 m: 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B13605). -

22°27.8'S-151°22.8'W, 240 m, 09.03.1989: 1 ♀ 25 x 17 mm (MNHN-B22392) (Rurutu).

Hawaii

Oahu Island: 183 m, Clarke coll., Guinot & Richer de Forges det.: 1 ovig. ♀ 35 x 25 mm (MNHN-B30526).

Homola poupini

Philippines

PANGLAO 2005: Stn. DW2364, 9°0.7'N-123°25.5'E, 427-429 m, 26.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31917). - Stn. CP2368, 8°56.1'N-123°16.6'E, 316-318 m, 27.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B31915). - Stn. DW2365, 8°58.3'N-123°20.8'E, 333-383 m, 26.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31916).

French Polynesia

350-600 m, Poupin & Carsin coll., Manach & Carsin det., 1984: 1 ♂ 21 x 18 mm (MNHN-B16575 - holotype) (Mururoa). - 21°51.3'S-138°59.4'W, 370 m, 25.06.1989: 1 juv. ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B24315). - Stn. 250, 16°34.9'S-143°27.2'W, 435 m, 04.06.1990: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B24344) (Makemo).

Marquesas Islands

Stn. 376, 9°55.7'S-139°08.3'W, 430 m, 29.01.1991: 1 ♂ 21 x 18 mm (MNHN-B22364).

Homola ranunculus

New Caledonia

AZTÈQUE: Stn. 6, 23°37.9'S-167°42.5'E, 425-470 m, 14.02.1990: 5 ♂ 30 x 25 mm, 1 ♂ 35 x 25 mm, 2 ♀ 35 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 35 mm (MNHN-B24551) (Ride de Norfolk, Banc Antigonia). - Stn. 7, 23°37.5'S-167°42.1'E, 425-451 m, 14.02.1990: 1 ♂ 35 x 27 mm (MNHN-B24566), 2 ♀ 38 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 32 x 25 mm, 2 ovig. ♀ 38 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 43 x 35 mm (MNHN-B24552).

BATHUS 2: Stn. CP736, 23°03.38'S-166°58.96'E, 452-464 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 13 mm (MNHN-B31214).

BERYX 11: Stn. CP07, 24°54.75'S-168°21.30'E, 510-550 m, 15.10.1992: 1 ♂ 35 x 29 mm (MNHN-B24785). - Stn. CP08, 24°54'S-168°21'E, 540-570 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 18 x 15 mm, 1 ♀ 24 x 18 mm, 1 ovig. ♀ 38 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 43 x 35 mm (MNHN-B31169). - Stn. CP07, 24°55'S-168°21'E, 510-550 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 35 x 27 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 34 mm (MNHN-B31171). - Stn. CP08, 24°54'S-168°21'E, 540-570 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 40 x 35 mm, 1 ♀ 22 x 17 mm, 1 ♀ 25 x 22 mm (MNHN-B31169-31194). - Stn. CP31, 23°39'S-167°44'E, 430-440 m, 18.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 17 mm, 3 ♂ 30 x 24 mm (MNHN-B31170). - Stn. DW10, 24°53'S-168°21'E, 565-600 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 11 x 7 mm (MNHN-B31200). - Stn. DW10, 24°53'S-168°21'E, 565-600 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 7 ♂ 15 x 11 mm (MNHN-B31229). - Stn. DW38, 23°38'S-167°39'E, 550-690 m, 19.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B31235). - Stn. DW10, 24°53'S-168°21'E, 565-600 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 12 x 9 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31234).

BIOCAL: Stn. DW66, 24°47.53'S-168°08.90'E, 505-515 m, 03.09.1985: 3 juv. ♂ 12 x 10 mm, 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B16692). - Stn. CP67, 24°55.44'S-168°21.55'E, 500-510 m, 03.09.1985: 1 ♂ 32 x 26 mm (MNHN-B16723), 5 ♂ 32 x 27 mm, 31 x 25 mm, 29 x 24 mm, 29 x 23 mm, 14 x 11 mm, 4 ovig. ♀ 42 x 35 mm, 36 x 33 mm, 36 x 31 mm, 34 x 29 mm (MNHN-B20272).

CHALCAL 2: Stn. DW72, 24°54.5'S-168°22.3'E, 527 m, 28.10.1986: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 21 x 17 mm, 1 ♂ 30 x 23 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 27 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 43 x 36 mm, 17 juv. ♂ from 8 x 6 mm to 13 x 10 mmm (MNHN-B19867). - Stn. DW73, 24°39.9'S-168°38.1'E, 573 m, 29.10.1986: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B19868). - Stn. DW74, 24°40.36'S-168°38.38'E, 650 m, 29.10.1986: 2 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B19872). - Stn. DW75, 24°39.31'S-168°39.67'E, 600 m, 29.10.1986: 3 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B19862). - Stn. DW76, 23°40.5'S-167°45.2'E, 470 m, 30.10.1986: 2 juv. ♂ 10 x 6 mm, 3 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 15 x 11 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 2 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm, 2 ♀ 17 x 14 mm, 2 ovig. ♀ 32 x 25 mm (MNHN-B19866). - Stn. CC1, 24°54.96'S-168°21.91'E, 500 m, 28.10.1986: 35 ♂, 6 ♀, 44 ovig. ♀ (MNHN-B19869). - Stn. CC2, 24°55.48'S-168°21.29'E, 500 m, 28.10.1986: 30 ♂ from 17 x 14 mm to 37 x 31 mm, 2 ♀ 21 x 17 mm, 21 x 16 mm, 19 ovig. ♀ from 21 x 16 mm to 42 x 37 mm (MNHN-B20269). - Stn. CP21, 24°54'S-168°21.61'E, 500 m, 28.10.1986: 4 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 32 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 33 x 27 mm (MNHN-B19865). - Stn. CP25, 23°38.6'S-167°43.12'E, 418 m, 30.10.1986: 1 ♂ 22 x 20 mm, 2 ♂ 30 x 23 mm, 1 ♂ 35 x 28 mm, 1 ♀ 40 x 35 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 30 mm (MNHN-B19871), 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B19864).

HALIPRO 1: Stn. CH877, 23°03.51'S-166°59.20'E, 464-480 m, 01.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 22 x 17 mm (MNHN-B31220).

HALIPRO 2: Stn. BT36, 24°57'S-168°22'E, 497-535 m, 13.11.1996, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 35 x 29 mm (MNHN-B31178).

LITHIST: Stn. CP02, 23°37.1'S-167°41.1'E, 442 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 22 x 17 mm, 1 ovig. ♀ 38 x 30 mm, 1 ♂ 33 x 25 mm (MNHN-B31189). - Stn. DW01, 23°37.4'S-167°42.1'E, 440 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 33 x 26 mm (MNHN-B31183). - Stn. CP02, 23°37.1'S-167°41.1'E, 442 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31222). - Stn. DW07, 24°55.4'S-168°21.6'E, 504-530 m, 11.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 17 x 14 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B31233). - Stn. CP08, 24°54.2'S-168°21.3'E, 540 m, 11.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 17 x 13 mm (MNHN-B31223). - Stn. CC06, 23°37.5'S-167°42.1'E, 440-579 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31236). - Stn. CP03, 23°37.0'S-167°41.5'E, 447 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31230).

MUSORSTOM 4: Stn. CP180, 18°56.8'S-163°17.7'E, 440 m, 18.09.1985: 1 ♂ 18 x 13 mm (MNHN-B16690). - Stn. CP214, 22°53.8'S-167°13.9'E, 425-440 m, 28.09.1985: 1 ♀ 28 x 22 mm (MNHN-B17259). - Stn. CP215, 22°55.7'S-167°17'E, 485-520 m, 28.09.1985: 1 ♂ 12 x 10 mm, 1 ♀ 19 x 14 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 26 mm (MNHN-B17261). - Stn. CP216, 22°59.5'S-167°22'E, 490-515 m, 29.09.1985: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B17260). - Stn.

DW221, 22°58.6'S-167°36.8'E, 535-560 m, 29.09.1985: 1 ♂ poorly preserved (MNHN-B24328).

NORFOLK 1: Stn. CP1655, 23°26'S-167°51'E, 458-680 m, 19.06.1991, Lozouet, Boisselier & Richer coll.: 1 ♂ 32 mm x 25 mm (MNHN-B30257). - Stn. DW1699, 24°40'S-168°40'E, 581-600 m, 24.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 3 juv. ♂ 9 x 6 mm, 2 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31175). - Stn. DW1659, 23°37'S-167°41'E, 449-467 m, 20.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 2 juv. ♂ 10 x 8 mm, 1 ♂ 34 x 27 mm (MNHN-B31180). - Stn. DW1684, 24°55'S-168°22'E, 508-541 m, 23.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 2 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ovig. ♀ 38 x 30 mm (MNHN-B31196). - Stn. CP1660, 23°37'S-167°41'E, 463-470 m, 20.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 22 x 15 mm, 1 ♂ 28 x 20 mm (MNHN-B31174). - Stn. CP1660, 23°37'S-167°41'E, 463-470 m, 20.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31199). - Stn. DW1694, 24°40'S-168°39'E, 575-589 m, 24.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31202). - Stn. DW1666, 23°42'S-167°44'E, 469-860 m, 20.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 3 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31201). - Stn. DW1700, 24°40'S-168°40'E, 572-605 m, 24.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B31205). - Stn. DW1697, 24°39'S-168°38'E, 569-616 m, 24.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31219). - Stn. CP1706, 23°44'S-168°17'E, 383-394 m, 25.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 18 x 14 mm (MNHN-B31207).

NORFOLK 2: Stn. DW2081, 25°54'S-168°22'E, 500-505 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, 1 juv. ♂ 11 x 9 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm (MNHN-B31176). - Stn. DW2031, 23°39'S-167°44'E, 440 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 17 x 14 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B31182). - Stn. CP2029, 23°39'S-167°44'E, 438-445 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♀ 40 x 30 mm, 2 ovig. ♀ 40 x 33 mm (MNHN-B31192). - Stn. CP2082, 24°55'S-168°22'E, 505-514 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 35 x 25 mm, 1 ♂ 40 x 30 mm, 1 ♀ 40 x 35 mm (MNHN-B31187). - Stn. DW2058, 24°40'S-168°40'E, 591-1,032 m, 25.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31206). - Stn. DW2091, 24°45'S-168°06'E, 600-896 m, 29.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 3 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31203). - Stn. DW2037, 23°40'S-167°40'E, 517-570 m, 01.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B31215). - Stn. DW2156, 22°54'S-167°15'E, 468-500 m, 05.11.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 20 x 13 mm (MNHN-B31208). - Stn. DW2075, 25°23'S-168°20'E, 650-1,000 m, 27.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 22 x 17 mm (MNHN-B31212). - Stn. DW2087, 24°56'S-168°22'E, 518-586 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 12 x 10 mm, 2 ♂ 18 x 14 mm (MNHN-B31209). - Stn. DW2098, 24°42'S-168°06'E, 550-668 m, 29.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♂ 13 x 10 mm (MNHN-B31217). - Stn. DW2063, 24°41'S-168°40'E, 624-724 m, 25.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 2 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B31224). - Stn. DW2060, 24°40'S-168°38'E, 582-600 m, 25.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 13 x 10 mm (MNHN-B31228). - Stn. DW2030, 23°39'S-167°44'E, 440 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♀ 15 x 12 mm, 1 ♂ 22 x 18 mm (MNHN-B31226). - Stn. DW2032, 23°39'S-167°44'E, 420-450 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 25 x 19 mm (MNHN-B31227). - Stn. DW2084, 24°52'S-168°22'E, 586-730 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 4 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B31225).

SMIB 1: Stn. DW13, 22°59'S-167°22'E, 500-542 m, 07.02.1986: 1 ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B20274).

SMIB 2: Stn. DW10, 22°55'S-167°16'E, 490-495 m, 18.09.1986: 1 ♂ 15 x 12 mm, 1 ♂ 22 x 16 mm (MNHN-B20129). - Stn. DC26, 22°59'S-167°23'E, 500-535 m, 21.09.1986: 1 ♂ 36 x 30 mm (MNHN-B19863).

SMIB 3: Stn. DW1, 24°55.7'S-168°21.8'E, 520 m, 20.05.1987: 6 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 27 x 22 mm, 3 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B20107). - Stn. DW2, 24°53.4'S-168°21.7'E, 530-537 m, 20.05.1987: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 2 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 ovig. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B20121). - Stn. DW3, 24°55'S-168°21.7'E, 513 m, 20.05.1987: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 15 x 12 mm, 5 ♂ 25 x 20 mm, 2 ♂ 34 x 27 mm, 2 ♀ 30 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B20134). - Stn. CP4, 24°55'S-168°21.5'E, 530 m, 20.05.1987: 3 ♂ 11 x 9 mm, 1 ♂ 15 x 12 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 30 x 22 mm, 2 ♂ 35 x 27 mm, 1 ♂ 30 x 40 mm, 4 ♀ 25 x 20 mm, 2 ♀ 27 x 22 mm, 3 ovig. ♀ 37 x 30 mm (MNHN-B24334). - Stn. DW5, 24°54.9'S-168°21.6'E, 502-512 m, 21.05.1987: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 2 ♀ 25 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 25 mm (MNHN-B20110). - Stn. DW6, 24°56.4'S-168°21.2'E, 505 m, 21.05.1987: 11 juv. ♂ 11 x 7 mm (MNHN-B20120). - Stn. DW7, 24°54.65'S-168°21.3'E, 505 m, 21.05.1987: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 12 x 11 mm, 4 ♂ 16 x 14 mm, 1 ♂ 24 x 20 mm, 2 ♀ 25 x 20 mm (MNHN-B20114). - Stn. DC12, 23°37.7'S-167°41.5'E, 470 m, 22.05.1987: 4 juv. ♂ 12 x 10 mm, 2 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B20128). - Stn. DW13, 23°37.5'S-167°41.6'E, 448 m, 22.05.1987: 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B20127). - Stn. DW14, 25°40.1'S-167°59.7'E, 246 m, 22.05.1987: 1 juv. ♂ 13 x 10 mm (MNHN-B20124). - Stn. DW24, 22°56.1'S-167°16.2'E, 535 m, 24.05.1987: 1 ♀ 17 x 14 mm (MNHN-B20132).

SMIB 4: Stn. DW34, 24°55'S-168°22'E, 515 m, 07.03.1989: 1 ovig. ♀ 33 x 28 mm (MNHN-B24326). - Stn. 36, 24°55.6'S-168°21.7'E, 530 m, 07.03.1989: 1 ♂ 15 x 12 mm, 3 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♀ 27 x 22 mm, 1 ovig. ♀ 30 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 38 x 30 mm (MNHN-B24332). - Stn. DW37, 24°54.5'S-168°22.3'E, 540 m, 07.03.1989: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 22 x 17 mm, 2 ♂ 25 x 18 mm, 1 ♂ 27 x 22 mm, 1 ♂ 33 x 27 mm, 1 ♂ 40 x 30 mm, 8 ♂ 45 x 35 mm, 3 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B24335). - Stn. DW38, 24°54'S-168°22'E, 510 m, 07.03.1989: 1 ♂ 17 x 14 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♀ 20 x 15 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B24330). - Stn. DW39, 24°56.2'S-168°21.5'E, 560 m, 07.03.1989: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 37 x 30 mm (MNHN-B24331). - Stn. DW55, 23°21.4'S-168°04.5'E, 260 m, 09.03.1989: 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 33 x 27 mm (MNHN-B24333). - Stn. DW58, 22°59.8'S-167°24.2'E, 560 m, 10.03.1989: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B24329). - Stn. DW63, 22°58.7'S-167°21.1'E, 520 m, 10.03.1989: 1 ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B24327). - Stn. DW68, 22°55'S-167°16'E, 440 m, 10.03.1989: 1 ♂ 17 x 14 mm, 3 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 30 x 25 mm, 1 ♀ 45 x 35 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B24336).

SMIB 6: Stn. DW124, 18°56'S-167°24.5' E, 360-405 m, 03.03.1990: 1 ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B24564).

SMIB 8: Stn. DW194, 22°59.6'S-168°22.5'E, 491 m, 01.02.1993: 1 ovig. ♀ 38 x 33 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31198). - Stn. DW149, 24°54.9'S-168°21.8'E, 508-510 m, 27.01.1993: 3 juv. ♂ 9 x 6 mm, 2 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 35 x 27 mm, 1 ♀ 38 x 30 mm (MNHN-B31195). - Stn. DW200, 22°59.2'S-168°20.2'E, 514-525 m, 02.02.1993: 1 ♀ 27 x 23 mm (MNHN-B31177). - Stn. DW167, 23°38.1'S-168°43.1'E, 430-452 m, 29.01.1993: 2 juv. ♂ 10 x 7 mm, 1 ♂ 20 x 17 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31179). - Stn. DW150, 24°54.3'S-168°22.2'E, 519-530 m, 27.01.1993: 11 juv. ♂ 10 x 6 mm, 7 ♂ 15 x 12 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 2 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm (MNHN-B31173-31218). - Stn. DW147, 24°54.9'S-168°21.8'E, 508-532 m, 27.01.1993: 2 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 19 x 15 mm, 1 ♂ 24 x 18 mm, 1 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 30 x 23 mm (MNHN-B31172). - Stn. DW146, 24°55.2'S-168°21.7'E, 514-522 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 6 x 5 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 2 ♂ 25 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 32 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 35 mm (MNHN-B31193-31211). - Stn. DW148, 24°55.1'S-168°21.6'E, 510 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31204). - Stn. DW146, 24°55.2'S-168°21.7'E, 514-522 m, 27.01.1993: 3 juv. ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B31193-31211). - Stn. DW152, 24°54.3'S-168°22.2'E, 514-530 m, 27.01.1993: 6 juv. ♂ 11 x 8 mm, 2 ♂ 15 x 12 mm (MNHN-B31210). - Stn. DW150, 24°54.3'S-168°22.2'E, 519-530 m, 27.01.2003: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B31173-31218).

SMIB 10: Stn. DW214, 24°56'S-168°22'E, 512-541 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♀ 32 mm x 27 mm (MNHN-B30258). - Stn. DW215, 24°56'S-168°21'E, 508-553 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 2 ovig. ♀ 38 x 30 mm (MNHN-B31168). - Stn. DW206, 24°56'S-168°21'E, 555-548 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 16 x 12 mm, 1 ♂ 35 x 28 mm (MNHN-B31181). - Stn. DW216, 24°56'S-168°21'E, 512-541 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 32 x 27 mm, 1 ♀ 24 x 21 mm, 1 ♀ 32 x 25 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 42 x 35 mm (MNHN-B31190-31216). - Stn. DW210, 24°49'S-168°09'E, 308-510 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 2 ♂ 27 x 20 mm, 1 ♂ 35 x 28 mm, 1 ♀ 35 x 28 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B31185). - Stn. DW204, 24°57'S-168°21'E, 513-553 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♀ 33 x 27 mm, 2 ovig. ♀ 35 x 28 mm (MNHN-B31186). - Stn. CAP212, 24°57'S-168°21'E, 512-574 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 33 x 27 mm, 1 ♀ 42 x 35 mm (MNHN-B31197). - Stn. DW207, 24°57'S-168°21'E, 508-553 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm, 1 ♀ 40 x 35 mm, 2 ovig. ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B31184). - Stn. DW202, 24°55'S-168°22'E, 525-513 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 2 ♂ 28 x 24 mm, 3 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm, 1 ♀ 35 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 40 x 35 mm (MNHN-B31191). - Stn. DW205, 24°57'S-168°21'E, 517-559 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 36 x 20 mm, 3 ♂ 35 x 27 mm, 1 ♀ 30 x 27 mm, 2 ♀ 35 x 30 mm, 1 ♀ 40 x 33 mm, 1 ovig. ♀ 30 x 25 mm, 2 ovig. ♀ 35 x 30 mm, 3 ovig. ♀ 40 x 35 mm (MNHN-B31188). - Stn. DW216, 24°56'S-168°21'E, 512-541 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 15 x 13 mm (MNHN-B31190-31216). - Stn. DW153, 24°55.5'S-168°21.3'E, 547-560 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B). - Stn. DW193, 22°58.7'S-168°20.1'E, 500-508 m, 01.02.1993: 1 ♂ 27 x 21 mm (MNHN-B). - Stn. DW168, 23°37.7'S-168°42.5'E, 433-450 m, 29.01.1993: 1 ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B). - Stn. DW169, 23°37.7'S-167°42.5'E, 447-450 m, 29.01.1993: 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B).

Homola vigil

French Antilles
Martinica

"Blake": Stn. 193, 14°43'48"N-61°11'25"W, 310 m, 05.02.1879: 1 ♂ 21 x 18 mm (MNHN-B6964).

"Polka": Stn. Mart. 25, 520 m, 22.04.1992, Paulmier coll.: 1 ♂ 28 x 23 mm (MNHN-B22665).

Guadalupa

ORSTOM-IRPM-SMCB: Stn. X11, 16°00.14'N-61°45.88'W, 500 m: 1 ♀ 18 x 15 mm (MNHN-B24877). - Stn. Y11, 16°00.01'N-61°45.82'W, 500 m: 3 ♂ 28 x 26 mm, 21 x 19 mm, 19 x 20 mm, 1 ♀ 18 x 16 mm, 3 ovig. ♀ 19 x 17 mm, 25 x 24 mm, 24 x 23 mm (MNHN-B24878). - Stn. Z11, 16°00.56'N-61°45.95'W, 500 m: 1 ♂ 32 x 38 mm (MNHN-B24879). - Stn. W36, 16°15.48'N-61°50.31'W, 550 m, 1993: 1 ♀ 25 x 23 mm, 1 ovig. ♀ 25 x 22 mm, 1 ♀ 20 mm x 18 mm (MNHN-B24876).

"*Polka*": 500 m, 24.10.1990, Poupin det.: 1 ♂ 25 x 22 mm (MNHN-B30987). - 250-350 m, Lamy coll.: 1 ♂ 18 x 13 mm, 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♀ 23 x 20 mm, 2 ovig. ♀ 26 x 23 mm, 1 ♀ 34 x 25 mm (MNHN-B31027). - 300-600 m, Lamy coll., Crosnier det. 2002: 1 ovig. ♀ 22 x 17 mm (MNHN-B29576).

"Oregon": Stn. 6721, Roberts det. 1967: 1 ♂ 18 x 16 mm, 1 ♀ 20 x 18 mm (MNHN-B24783).

500 m, Lamy coll. 2000, Crosnier det., 2000: 1 ♂ 30 x 25 mm (MNHN-B 30683).

Type locality: Naples Gulf (Italy).

Emended diagnosis: Medium size. Carapace flat, slightly restricted at level of branchial area; lateral margins straight, slightly diverging forward; subhepatic regions not visible dorsally, weakly raised with two arcuate rows of spines stronger in superior row; restricted frontal region; protogastric region with four strong spines directed upward; mesogastric region slightly inflated with one weak proximal spine directed upward; other regions of carapace smooth. Anterolateral margin short, straight, strongly inclined; two anterolateral spines: anterior spine strong, very elongate, directed upward, the posterior spine one/third of anterior spine, directed upward. Posterolateral margin elongate, with a row of small equal spines. Rostrum short, spineless, with bifurcate tip directed slightly upward; pseudorostral spine short (half of length of rostrum) directed upward; triangular supraorbital spine well developed slightly diverging, directed upward; two small extra-antennal spines. Cervical groove well marked joining *linea homolica* in supraorbital region at base of first anterolateral spine; cervical groove continuous at level of gastric pits; branchiocardiac groove well marked, slightly inclined, crossing carapace margins at base of second anterolateral spine, delimiting ventrally subhepatic region. Gastric pits weak. *Linea homolica* weak, extending for entire length of carapace, stopping at base of first anterolateral spine. Orbit not well developed. Eye: basophthalmite elongate, slightly enlarged at base, located under small space created by base of supraorbital spine, first anterolateral spine, subhepatic region; podophthalmi-

te subrectangular slightly enlarged at base, located totally within small concavity among supraorbital spine, first anterolateral spine, subhepatic region. Eye-stalk located in small concavity among supraorbital spine, first anterolateral spine, subhepatic region. Antennulae: article 1 enlarged, as long as wide; articles 2-3 thin, narrow. Antennae: article 1 with weak urinal tubercle; articles 2-3 short, with one strong spine on anteroexternal margin; article 4 longer than articles 2-3; article 5 very short. Proepistome narrow with one strong spine. Epistome weakly developed. Antennal spine small. Mxp3 pediform, very narrow, with merus enlarged proximally. Cheliped shorter than P2, propodus short, slightly inflated distally. P2-P4 elongate, with strong, enlarged merus, elongate, thin dactylus slightly incurved distally; upper margin of P2-P4 merus with a row of strong spines closer distally, with one weak distal spine; lower margin of P2-P4 merus smooth. P5 elongate, with merus straight, extending beyond gastric pits on dorsal surface of carapace; upper margin of P5 merus smooth, with one strong distal spine; lower margin of P5 merus with a row of three strong spines arranged in its entire length; P5 subcheliform process with propodus slightly enlarged proximally; short, slightly curved, with small corneous elements located proximally on lower margin. Locking of abdomen duplex: 1) hb; 2) P1 coxa with a small pointed spine.

Female thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into elongate, narrow triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single narrow plate, slightly curved, with flat central depression, longer than wide, restricted at level of 4, e4 slightly raised, e5-e6 flat; ridge weak, convex, at connecting point of 2-3, dividing flat central depression from a very small, hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part relatively developed. Spermatheca occupying about three/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, rounded, very broad; 7 with thin membranous hinge connected to membranous part of 8; 8 with large brownish m8, supported medially by strong r8, anteriorly by a strong r7; aperture protected and concealed by a strong, rounded, median lo on inner margin of 7. D2-d3 shallow. Hb short, raised, with crenulate surface. E3 straight, short, with gmxp3 shallow; e4 straight, stocky, with g1 shallow; e5 elongate, very enlarged, inclined backward, with g2 shallow; e6 elongate, very enlarged, inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into elongate, narrow triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single narrow plate, slightly curved, with flat central depression, longer than broad, restricted at level of 4, e4 slightly raised, e5-e6 flat; ridge weak, convex, at connecting point of 2-3, dividing flat central depression from a very small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, almost straight centrally, inclined distally; 7/8 complete, strongly inclined backward, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb short, raised, with crenulate surface. E3 straight, short, with gmxp3 shallow; e4 straight, stocky, with g1 shallow; e5 straight, elongate, with g2 shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Genus *Homolax* Alcock, 1899
Plate 6

Type species: *Homola megalops* Alcock, 1894, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *H. megalops* (Alcock, 1894).

Homolax megalops

Gulf of Aden

"*Meteor*": Stn. 250, 12°40.4'N-45°22.6'E, 907-917 m, 08.03.1987: 6 ♂ 11 x 7 mm, 2 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B24807) (cruise 5).

Type locality: Andaman Sea, 11°31.4'N-90°46.4'E, "*Investigator*", 365-400 m.

Emended diagnosis: Small size. Carapace short, wide; lateral margins carinate; sides thin, inclined; subhepatic regions visible dorsally, weakly raised, delimited ventrally by a row of small spines arranged in semi-circle. Regions of carapace smooth. Anterolateral margin starting at orbital area. Anterolateral spine strong, directed forward. Posterolateral margin elongate, curved, with a row of small spines. Rostrum thick, weakly bifid at tip. Pseudorostral spines very short. Supraorbital spine well developed; one pair of extra-antennal spines; infra-orbital spine absent, replaced by a rounded shield. Posterior region depressed medially, convex on branchial region. Cervical, branchiocardiac grooves well developed; cervical groove extending to supraorbital region; branchiocardiac groove extending latero-ventrally to carapace margins. *Linea homolica* well developed, evident for entire length of carapace, stopping at level of ocular incision. Gastric pits weak. Orbit well marked. Eye-stalk: basophthalmite elongate, enlarged at base, located between supraorbital, first extra-antennal spines; podophthalmite well developed, located totally within the ocular incision between supraorbital, anterolateral spines. Antennulae: article 1 very enlarged, as long as broad; articles 2-3 thin, narrow. Antennae: article 1 very short, with small urinal tubercle; articles 2-3 short, bearing short small distal outer spine; article 4 elongate; flagella very elongate, smooth. Pterygostomial region well inflated. Proepistome forming margin with a spine well developed. Epistome very short. Endostome projected forward; anterior limit of buccal area formed by two convex margins aligned medially on a flat margin; exhalent orifice very wide, well rounded, formed by junction of lateral margin of buccal area and strongly marked endostomial ridge. Antennal, buccal spines absent. Mxp3 pediform limited to outer part of endostome, leaving visible a wide prostomial chamber, between them a wide median gap; merus concave forward in proximity to wide opening of exhalent orifice. Cheliped very strong in male, with a very elongate chela. P2-P4 elongate, with merus enlarged, dactylus curved. P5 elongate; P5 merus extending beyond gastric pits on dorsal surface of carapace; P5 propodus elongate, thin, not curved; P5 dactylus very short. Holding of abdomen by coaptation of margins with P1-P2 coxae; hb very strong.

Female thoracic sternum: female specimen not available. See Gordon (1950: 241, Text-fig. 20) for the morphology of spermatheca.

Male thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, slightly curved, with flat central depression, longer than wide, e4-e6 strongly raised; ridge strong, convex, at connecting point of 2-3, dividing flat central depression from a very small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, distally; pointed process of 6/7 lateral part well developed; 7/8 complete, strongly curved backward, with wing-shaped distal part. D2-d3 deep. Hb elongate, raised with crenulate surface. E3 straight, very short, with gmxp3 deep; e4 straight, stocky, with g1 deep; e5 elongate, slightly curved backward, with g2 shallow; e6 elongate, strongly curved backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly curved backward, with g4 shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); 7 with weak median ridge; lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Genus *Homolochunia* Doflein, 1904
Plate 7

Type species: *Homolochunia valdiviae* Doflein, 1904, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *H. gadaletae* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. kullar* Griffin & Brown, 1976; *H. menezi* Richer de Forges & Ng, 2008; *H. valdiviae* Doflein, 1904.

Homolochunia gadaletae

Japan

Tosa Bay, 1961, Sakai det. *H. valdiviae*: 1 ovig. ♀ 41 x 26 mm (MNHN-B24805).

Homolochunia kullar

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP985, 19°19.01'S-169°29.24'E, 536-563 m, 23.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 23 x 15 mm (MNHN-B30894).

New Caledonia

BATHUS 2: Stn. CP771, 22°09.52'S-166°01.75'E, 610-800 m, 18.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 32 x 20 mm (MNHN-B30891). - Stn. CP741, 22°35.53'S-166°26.56'E, 700-950 m, 14.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 35 x 22 mm (MNHN-B30892).

BATHUS 3: Stn. DW809, 23°39'S-167°59'E, 650-730 m, 27.11.1993, Bouchet, Richer, Warén, coll.: 2 specimens without ventral parts, 17 x 12 mm, 32 x 20 mm (MNHN-B30901). - Stn. CC841, 23°03'S-166°53'E, 640-680 mm, 30.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♂ 37 x 24 mm (MNHN-B30900). - Stn. CC848, 23°02.50'S-166°52.80'E, 680-700 m, 01.12.1993, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 30 x 20 mm (MNHN-B30896). - Stn. DW798, 23°35'S-169°37'E, 657-660 m, 26.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 2 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B30997).

BATHUS 4: Stn. DW914, 18°48.79'S-163°15.23'E, 600-616 m, 05.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 32 x 20 mm (MNHN-B30908).

BERYX 2: Stn. 9, 24°44.55'S-167°07'E, 790-825 m, 26.10.1991: 1 ♂ 28 x 10 mm (MNHN-B24792) (K Mount).

BERYX 11: Stn. CH03, 24°57'S-168°21'E, 502-610 m, 14.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 4 x 2 mm (MNHN-B30998).

BIOCAL: Stn. DW33, 23°10'S-167°10'E, 675-680 m, 29.08.1985: 2 ♂ 33 x 22 mm (MNHN-B16662).

HALIPRO 1: Stn. 874, 28°05.959'S-166°48.780'E, 708-830 m, 30.03.1994: 1 ♀ 25 x 15, 1 ♂ 32 x 20 mm (MNHN-B30895).

MUSORSTOM 4: Stn. DW221, 22°58.6'S-167°36.9'E, 535-560 m, 29.09.1985: 1 ♂ 20 x 13 mm (MNHN-B19515). - Stn. DW223, 22°57'S-167°30'E, 545-560 m, 30.09.1985: 1 ♀ 30 x 20 mm (MNHN-B19516). - Stn. DW225, 22°52.5'S-167°23.5'E, 590-600 m, 30.09.1985: 1 ♀ 32 x 20 mm (MNHN-B19517). - Stn. CP238, 22°13'S-167°14'E, 500-510 m, 02.10.1985: 1 ♀ 37 x 20 mm (MNHN-B19518).

NORFOLK 2: Stn. DW2058, 24°40'S-168°40'E, 591-1,032 m, 25.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 32 x 20 mm (MNHN-B30904). - Stn. CP2122, 23°22'S-168°00'E, 560-577 m, 01.11.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 32 x 20 mm (MNHN-B30898). - Stn. DW2064, 25°17'S-168°56'E, 609-691 m, 26.10.1993, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 32 x 20 mm (MNHN-B30890). - Stn. DW2066, 25°17'S-168°55'E, 834-870 m, 26.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 25 x 17 mm (MNHN-B30893). - Stn. DW2067, 25°16'S-168°56'E, 614-690 m, 26.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 4 x 2 mm (MNHN-B30999).

SMIB 2: Stn. DW18B, 22°58'S-167°20'E, 530-535 m, 19.09.1986: 1 ♀ 30 x 20 mm (MNHN-B20109).

SMIB 3: Stn. DW24, 22°58.7'S-167°21.1'E, 535 m, 24.05.1987: 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B20133).

Loyalty Islands

MUSORSTOM 6: Stn. DW420, 22°29.2'S-166°43.3'E, 600 m, 16.02.1989: 1 ♂ poorly preserved (MNHN-B24653).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CH1621, 24°19'S-176°23'E, 570-573 m, 18.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 30 x 20 mm (MNHN-B30899). - Stn. CP1529, 21°13'S-174°58'E, 688-710 m, 03.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 3 mm (MNHN-B31000).

Homolochunia valdiviae

Madagascar

Stn. 37, 12°51'S-48°06.3'E, 675-705 m, 14.09.1972, Crosnier coll.: 1 ♂ 32 x 25 mm, 1 ♀ 35 x 29 mm, 1 ovig. ♀ 38 x 29 mm (MNHN-B7019).

Indonesia

CORINDON 2: Stn. 201, 1°10.2'S-117°06.1'E, 21 m, 30.10.1980: 1 juv. ♂ 7 x 6 mm (MNHN-B13868). - Stn. 276, 1°54.6'S-119°13.8'E, 395-450 m, 08.11.1980: 1 juv. ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B13869).

KARUBAR: Stn. CC21, 05°14'S-133°00'E, 688-694 m, 25.10.1991: 1 juv. ♂ 23 x 16 mm (MNHN-B22486). - Stn. CP35, 06°08'S-132°45'E, 390-502 m, 27.10.1991: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B27882).

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2244, 7°45.0'S-156°26.7'E, 554-586 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 juv. ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B30897).

Type locality: E African Coast, 0°29.3'S-42°47.6'E and 0°40.6'S-41°47.1'E, 693 and 977 m.

Emended diagnosis: Medium size. Dorsal surface of carapace sculptured, spiny; subhepatic region well inflated with two spines: upper spine longer than lower spine, both directed forward, downward. Anterolateral margin short, with one elongate spine directed outward. Posterolateral margin elongate, with two elongate spines (the second one located more dorsally) directed outward. Cardiac, gastric regions with supplementary elongate spines directed upward. Rostrum elongate, thick without lateral spines, with distal tip strongly directed downward; V-shaped pseudorostral spines elongate, strongly incurved longer than carapace, with one supplementary upper spine located distally (*H. valdiviae*), three supplementary upper spines located proximally, medially, distally (*H. kullar*), two supplementary spines located medially (*H. gadaletae*), two supplementary spines bifurcated at extremity (*H. menezi*); all supplementary spines directed forward; infraorbital spine absent. Cervical groove distinct, crossing carapace margins directly delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove continuous at level of gastric pits; branchiocardiac groove oblique, marked laterally. Gastric pits weak. *Linea homolica* sinuous, weak but evident for entire length of carapace crossing space between pseudorostral, first subhepatic spines, ending at base of infraorbital spine. Orbit absent. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite with proximal part narrow, distal part enlarged. Eye-stalk crossing between pseudorostral, infraorbital spines. Antennulae: article 1 short, broad; articles 2-3 cylindrical, short. Antennae: article 1 with one well-developed urinal tubercle; article 2 cylindrical, elongate; article 3 short. Proepistome reduced without spines, with two posterolateral tubercles. Epistome poorly developed. Endostome located anteriorly. Anterior margin of the buccal area limited by a ridge. Triangular shield, over the exhalent orifice. Endostomial ridges very thick. Antennal spine short. Buccal spine strong (*H. valdiviae*, *H. gadaletae*) extremely reduced in *H. kullar*. Mxp3 raised, with short ischium, very elongate merus, having anteroexternal margin with one spine, extending beyond endostomial ridge. Cheliped elongate, weak; P1 propodus elongate, narrow; P1 dactylus short. P2-P4 very elongate, narrow, particularly merus and propodus; P2-P5 merus with one very elongate distal spine on upper margin; P2-P4 merus with strong spines located along entire length of upper margin; P5 merus extending beyond length of carapace, joining proximal part of pseudorostral spines (*H. valdiviae*, *H. kullar*); P5 merus extending beyond tip of pseudorostral spines (*H. gadaletae*); P5 carpus short, thick (*H. valdiviae*) or elongate, narrow (*H. kullar*) or very elongate, thin (*H. gadaletae*); P5 with a cheliform shape, forming an enlarged, thick chela (*H. valdiviae*) or forming a small chela resembling that of cheliped (*H. kullar*); or P5 with spine very long, curved, arising from base of propodus, joining tip of dactylus (*H. menezi*). Male and female abdomens with ridges, spines; abdominal holding well developed; P1-P3 coxae with ornamentation; hb present.

Female thoracic sternum: longer than broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1- 2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, wider than long, with flat central depression, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge weak, concave, at connecting point of 3-4, dividing flat central depression from small hollow depression among 1-3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, slightly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part well developed. Spermatheca occupying about two/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, narrow, elongate; 7 with arc-shaped, large, brownish m7; aperture closed by r8 strong, oblique. D2-d3 shallow. Hb short, raised, with crenulate surface. E3 very short, straight, with gmxp3 deep; e4 straight, stocky, slightly inclined upward, with g1 shallow; e5 stocky, slightly inclined backward, with g2 shallow; e6 stocky, slightly inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with flat central depression, strongly curved, e4-e6 slightly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, slightly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part well developed; 7/8 complete, almost straight centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb elongate, raised, with crenulate surface. E3 very short, straight, with gmxp3 deep; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 shallow; e5 stocky, slightly inclined backward, with g2 shallow; e6 stocky, slightly inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Genus *Homologenus* A. Milne-Edwards *in* Henderson, 1888
Plate 8

Type species: *Homolopsis rostratus* A. Milne-Edwards, 1880, by monotypy; name pre-occupied by *Homolopsis* Bonaparte, 1831 [Reptilia]; gender feminine.

Included species: *H. asper* Zarenkov *in* Zarenkov & Khodkina, 1983; *H. boucheti* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. braueri* Doflein, 1904; *H. broussei* Guinot & Richer de Forges, 1981; *H. donghaiensis* Chen, 1986; *H. levii* Guinot & Richer de Forges, 1995; *H. malayensis* Ihle, 1912; *H. orientalis* Zarenkov, 1990; *H. rostratus* (A. Milne-Edwards, 1880); *H. wallis* Guinot & Richer de Forges, 1995.

Homologenus boucheti

Ibero-Morocco Gulf

"*Balgim*": Stn. CP10, 36°45'N-09°32'W, 1,582-1,602 m, 29.05.1984: 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B22607). - Stn. CP63, 35°31'N-07°42'W, 1,488-1,535 m, 04.06.1984: 2 ♂ 9 x 6 mm, 11 x 6 mm, 1 ovig. ♀ 16 x 11 mm (MNHN-B22609). - Stn. CP68, 35°12'N-07°53'W, 1,998-2,077 m,

05.06.1984: 1 ♀ poorly preserved, 1 ovig. ♀ 16 x 11 mm (MNHN-B22605). - Stn. DW88, 34°20'N-07°19'W, 738-742 m, 07.06.1984: 3 ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B22608). - Stn. CP92, 34°24'N-07°30'W, 1,182 m, 08.06.1984: 1 ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B22604). - Stn. CP95, 34°24'N-07°39'W, 1,378 m, 08.06.1984: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B22603). - Stn. CP98, 34°29'N-07°42'W, 1,721-1,773 m, 09.06.1984: 1 ovig. ♀ 16 x 10 mm (MNHN-B22611), 3 ♀ 11 x 8 mm, 10 x 6 mm, 10 x 7 mm, 2 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B22606). - Stn. CP99, 34°28'N-07°43'W, 1,848-1,892 m, 09.06.1984: 4 ♂ 10 x 6 mm, 2 ♀ 10 x 6 mm, 2 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B22602).

Morocco

"*Talisman*": 33°09'N-11°58'W, 1,900 m: 1 ♂ poorly preserved (MNHN-B).

Cap Cantin: 32°38'N - 12°09'W, 1,435 m: 1 ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B31025).

Madera

Stn. 3113, 1,700 m: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B31026).

Homologenus broussei

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1625, 23°28'S-176°22'W, 824 m, 19.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30979).

French Polynesia

"La Coquille": 16°27.5'S-146°32.2'W, 1,025 m, 17.12.1970: 1 ♀ 18 x 15 mm (MNHN-B7021) (Tahiti).

BENTHAUS: Stn. DW1997, 22°29.1'S-151°22.3'W, 350 m, 23.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B30975). - Stn. CP1910, 27°38.2'S-144°15.4'W, 840-1,200 m, 10.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 8 x 6 mm, 3 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30980). - Stn. CP1891, 27°37.1'S-144°15.4'W, 800-850 m, 07.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 8 x 6 mm, 4 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30978). - Stn. CP1892, 27°38.8'S-144°15.6'W, 742-1,000 m, 07.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 8 x 6 mm, 2 ♀ 10 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30981). - Stn. CP1911, 27°37.9'S-144°15.2'W, 900-1,300 m, 10.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30982). - Stn. CP1965, 23°21.3'S-149°33.9'W, 500-1,200 m, 19.11.2002, Richer de Forges coll.: 2 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30983). - Stn. CP1996, 22°29.1'S-151°21.9'W, 489-1,050 m, 23.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30984).

MUSORSTOM 9: Stn. CP1278, 1,000 m: 1 ♂ 10 x 8 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm, 2 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30976).

Marquesas Islands

MUSORSTOM 9: Stn. CP1262, 9°20'S-140°08'W, 850-905 m, 03.09.1997, Bouchet, Dayrat, Richer coll.: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30977).

Homologenus levii

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP956, 20°33.41'S-169°35.95'E, 1,175-1,210 m, 20.09.1994, Richer de Forges coll.: 3 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31018-31020). - Stn. CP1026, 17°50.35'S-168°39.33'E, 437-504 m, 28.09.1994, Richer de Forges coll.: 2 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31021). - Stn. CP956, 20°33.41'S-169°35.95'E, 1,175-1,210 m, 20.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31015).

New Caledonia

BIOCAL: Stn. CP57, 23°44'S-166°58'E, 1,490-1,620 m, 01.09.1985: 1 ♀ 6 x 4 mm (MNHN-B17263). - Stn. CP61, 24°11'S-167°32'E, 1,070 m, 02.09.1985: 1 ♀ 6 x 4 mm (MNHN-B 17264). - Stn. CP62, 24°19'S-167°49'E, 1,395-1,410 m, 02.09.1985: 1 ♂ 13 x 8 mm (MNHN-B16682), 1 ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B16683). - Stn. CP69, 23°52'S-167°58'E, 1,220-1,225 m, 03.09.1985: 1 ♀ 18 x 11 mm (MNHN-B16684).

BIOGEOCAL: Stn. CP214, 22°43.09'S-166°27.19'E, 1,590-1,665m, 09.04.1987: 2 ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B24301). - Stn. CP232, 21°33.81'S-166°27.07'E, 760-790 m, 12.04.1987: 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B24300). - Stn. DW296, 20°38.35'S-167°10.32'E, 1,230-1,270 m, 28.04.1987: 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B19884).

Chesterfield Islands

CORAIL 2: Stn. DW172, 18°25.55'S-155°12.02'E, 1,100 m, 03.09.1988: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B24305).

MUSORSTOM 5: Stn. CP323, 21°18.52'S-157°57.62'E, 970 m, 14.10.1986: 1 ♂ 6 x 4 mm, 6 ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B19901). - Stn. CP324, 21°15.01'S-157°51.33'E, 970 m, 14.10.1986: 10 ♂ 15 x 10 mm, 5 ♀ 10 x 6 mm, 7 ovig. ♀ 15 x 10 mm; 1 ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B19883).

Loyalty Islands

MUSORSTOM 6: Stn. DW396, 20°48.05'S-167°00.59'E, 1,400 m, 13.02.1989: 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B24302). - Stn. CP427, 20°23.35'S-166°20.0'E, 800 m, 17.02.1989: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B24304). - Stn. CP438, 20°23'S-166°20.1'E, 780 m, 18.02.1989: 2 ♀ poorly preserved (MNHN-B24303).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1458, 17°22'S-179°28'W, 1,216-1,226 m, 05.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 13 x 8 mm (MNHN-B31019).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1625, 23°28'S-176°22'W, 824 m, 19.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 8 x 5 mm (MNHN-B31022). - Stn. CP1565, 20°58'S-175°16'W, 869-880 m, 09.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31023).

Homologenus malayensis

Indonesia

KARUBAR: Stn. CP20, 05°15'S-132°59'E, 769-809 m, 25.10.1991: 1 ovig. ♀ 14 x 10 mm (MNHN-B22489) (Kai Islands).

Philippines

ESTASE 2: Stn. CP5, 4°59.37'N-125°41.20'E, 1,180 m-1,190, 01.12.1984, Métivier & Vadon coll.: 1 ♂ 10 x 5 mm, 1 ♀ poorly preserved (MNHN-B24306).

Homologenus rostratus

Morocco

"*Talisman*": 1,635 m: 1 ♂ poorly preserved (MNHN-B12349).

Caraibbean Islands

17°17.1'N-79°50.6'W, 600 m: 1 ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B25800).

"*Atlantis*": Stn. A-280-13, 37°32.5'N-59°48'W, 670 m, 19.06.1962: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30964).

Homologenus wallis

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP956, 20°33.41'S-169°35.95'E, 1,175-1,210 m, 20.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm, 3 ♀ 15 x 10 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 2 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31015). - Stn. CC996, 18°52.41'S-168°55.73'E, 764-786 m, 24.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31014). - Stn. CP1036, 18°01.00'S-168°48.20'E, 920-950 m, 29.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31008). - Stn. CP1037, 18°03.70'S-168°54.40'E, 1,058-1,086 m, 29.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 6 x 4 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31013). - Stn. CP1035, 17°56.02'S-168°44.06'E, 765-780 m, 29.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B31009).

New Caledonia

BATHUS 1: Stn. CP660, 21°10.48'S-165°53.19'E, 786-800 m, 13.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31010).

BATHUS 3: Stn. CP844, 23°06'S-166°46'E, 908 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm, 2 ♀ 15 x 10 mm, 4 ♂ 8 x 6 mm, 4 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31007). - Stn. CP823, 23°23'S-167°52'E, 980-1,000 m, 29.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31005). - Stn. DW778, 24°43'S-170°07'E, 750-760 m, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31012). - Stn. Dw786, 23°54'S-169°49'E, 699-715 m, 25.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B31011). - Stn. DW776, 24°44.24'S-170°08.01'E, 770-830 m, 24.11.1993, Richer de Forges coll.: 2 ♀ 10 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 6 x 4 mm, 2 ♂ 8 x 6 mm, 2 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B31003). - Stn. CP844, 23°06'S-166°46'E, 908 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B31004).

Wallis and Futuna Islands

MUSORSTOM 7: Stn. CP552, 12°16.5'S-177°28'W, 786-800 m, 18.05.1992: 1 ♂ 11 x 7 mm (MNHN-B24700). - Stn. CP564, 11°46'S-178°11'W, 1,015-1,020 m, 20.05.1992: 1 ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B24702). - Stn. CP567, 11°47'S-178°27'W, 1,010-1,020 m, 20.05.1992: 1 ♀ 17 x 11 mm (MNHN-B24699), 2 ♂ 10 x 7 mm, 9 x 5 mm (MNHN-B22601). - Stn. CP621, 12°35'S-178°11'W, 1,280-1,300 m, 28.05.1992: 1 ♂ 12 x 8 mm, 1 ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B24701). - Stn. CP622, 12°34'S-178°11'W, 1,280-1,300 m, 28.05.1992: 1 ♀ 13 x 8 mm (MNHN-B24698).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1490, 18°51'S-178°32'W, 785-820 m, 11.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B31006).

Type locality: W Atlantic, Antilles (between Saint-Thomas and Santa-Cruz), 17°47'30"N-64°53'45"W, 1,061m, 03.01.1879 ("*Blake*", Stn. 124).

Emended diagnosis: Very small size. Dorsal surface of carapace slightly areolated, smooth; subhepatic regions slightly raised, more or less serrate, sometimes with one spine more developed. Anterolateral margin very short, with one very well developed spine directed upward. Posterolateral margin elongate, spineless (*H. asper*, *H. malayensis*, *H. levii*, *H. braueri*, *H. broussei*, *H. wallis*) or with one spine small, short (*H. orientalis*, *H. rostratus*, *H. boucheti*). Rostrum short (*H. asper*) or very elongate, incurved downward (*H. malayensis*, *H. levii*, *H. braueri*, *H. broussei*, *H. wallis*, *H. orientalis*, *H. rostratus*, *H. boucheti*). Rostrum much enlarged, thick at base, bifurcated in a pair of lateral spines, prolonging in an elongate, pointed tip; strong pseudorostral spines directed upward. Gastric spine weak, short (*H. asper*) or strong, elongate (*H. malayensis*, *H. levii*, *H. braueri*, *H. broussei*, *H. wallis*, *H. orientalis*, *H. rostratus*, *H. boucheti*). Cervical groove well developed, oblique, crossing carapace margins, delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove oblique, crossing carapace margins at base of anterolateral spine. Gastric pits weak. *Linea homolica* variable: indistinct or well developed, sometimes enlarged, locally thick, always sinuous. Orbit not delimited. Eye: basophthalmite short, narrow; podophthalmite cylindrical, short, enlarged. Eyestalk located between pseudorostral, antennal spines. Antennulae: article 1 broad, well developed; articles 2-3 short. Antennae: article 1 short, with well developed urinal tubercle; articles 2-3 cylindrical, elongate; article 4 cylindrical, elongate; antennae usually setose on articles 4-5; flagellum sometimes very elongate. Antennal spine elongate located in infra-orbital position and directed downward. Buccal spine present or absent; sometimes one second spine of the same length. Proepistome very small, spineless. Epistome strongly reduced. Endostome located anteriorly; median bulge of anterior margin of buccal area located along axial hollow; endostomial ridge lateral; exhalent channel very broad. Mxp3 pediform, very thick, elongate, covering buccal area; ischium cylindrical; merus incurved, with anteroexternal margin extending beyond endostomial ridge; palp elongate, thick. Cheliped weak, short, shorter than P2. P2-P4 very elongate, weak; P2-P4 merus with two distal spines, proximal part of lower margin with small spines, tubercles (*H. orientalis*); P2-P4 merus with one distal spine, proximal part of lower margin with some tubercles (*H. rostratus*, *H. boucheti*); P2-P4 merus with one elongate distal spine on upper margin (*H. asper*, *H. malayensis*, *H. levii*); P2-P4 merus with two elongate distal spines on upper and lower margins (*H. braueri*, *H. broussei*, *H. wallis*); P2-P4 merus with distal spines either equal (*H. braueri*) or unequal (*H. broussei*, *H. wallis*); P5 weak, strongly reduced; P5 merus short, reaching branchiocardiac groove in female (*H. orientalis*); P5 merus elongate, reaching cervical groove in female, extending beyond gastric spine in male (*H. rostratus*); P5 merus elongate, reaching cervical groove in female (*H. asper*); P5 merus elongate, extending beyond branchiocardiac groove in female (*H. malayensis*); P5 merus short, not reaching cervical groove in female (*H. levii*); P5 merus short, extending beyond branchiocardiac groove in female, not reaching cervical groove in male (*H. boucheti*); P5 merus short not reaching or reaching cervical groove in female (*H. braueri*); P5 merus short, not reaching branchiocardiac groove in female (*H. broussei*); P5 merus short, reaching branchicardiac groove in male (*H. wallis*); P5 propodus with a proximal spine; P5 dactylus thin, hooked; very thin subcheliform process but functional. Abdomen located within P1-P4 coxae; telson with lateroexternal margins sinuous; distal extremity of telson inserted between mxp3 coxae; holding of abdomen assured

by hb and mainly by one very developed P1 coxal process; sometimes a small spine on P2-P3 coxae, but not functional; female abdomen with somites 4 and 6 enlarged, inflated, indentate where P1coxal extension overlaps them.

Female thoracic sternum: as long as broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, as long as wide, with flat central depression, e4-e6 slightly raised; ridge strong, concave, at connecting point of 3-4, dividing flat central depression from small hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, almost straight centrally, slightly inclined distally. Spermatheca occupying about three/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, very narrow, elongate; 7 with very narrow, brownish m7; aperture closed medially by strong sinuous r8, protected anteriorly by a strong raised r7. D2-d3 shallow. Hb very small, slightly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate, straight, with g2 narrow, shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 narrow, shallow; e7 stocky, strongly inclined backward, with g4 narrow, shallow; 7 with an evident bulge centrally; 8 with r8 strong, sinuous developed for its entire length; lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, relatively narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with slightly curved central depression, e4-e6 slightly raised; ridge weak, concave, at connecting point of 3-4, dividing slightly curved central depression from small hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, almost straight centrally, slightly inclined distally; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb short, slightly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate, straight, with g2 narrow, shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 narrow, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 narrow, shallow; lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Genus *Homolomannia* Ihle, 1912
Plate 9

Type species: *Homolomannia sibogae* Ihle, 1912, by monotypy; gender feminine.

Included species: *H. occlusa* Guinot & Richer de Forges, 1981; *H. sibogae* Ihle, 1912.

Homolomannia occlusa

Madagascar

"FAO 60": Stn. 73-66, 15°21'S-46°08'E, 180-200 m, 22.06.1973: 1 ovig. ♀ 24 x 23 mm (MNHN-B6993).

"Vauban": Stn. 44, 15°25.7'S - 46°01.0'E, 200-210 m, 07.11.1972: 1 juv. ♀ 7 x 7 mm (MNHN-B6992).

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP1132, 15°38.43'S-167°02.80'E, 161-182 m, 11.10.1984, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 17 x 14 mm (MNHN-B30882).

Homolomannia sibogae

Indonesia

CORINDON 2: Stn. 271, 1°57.8'S-119°15.0'E, 215 m, 07.11.1980: 1 juv. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B13849). - Stn. DW2, 05°47'S-132°13'E, 209-240 m, 22.10.1991: 1 ♂ 23 x 18 mm (MNHN-B22488) (Kai Islands).

KARUBAR: Stn. CP86, 09°26'S-131°13'E, 223-225 m, 04.11.1991: 1 ♂ 12 x 10 mm (MNHN-B22487) (Tanimbar Islands).

Philippines

MUSORSTOM 1: Stn. CC11, 13°59.8'N-120°23.7'E, 217-230 m, 20.03.1976: 1 ovig. ♀ 34 x 25 mm (MNHN-B13818). - Stn. CP24, 14°00.0'N-120°18.0'E, 189-209 m, 22.03.1976: 2 ♂ 31 x 24 mm, 32 x 23 mm, 1 juv. ♂ 9 x 6 mm (MNHN-B13820). - Stn. CP25, 14°02.7'N-120°20.3'E, 191-200 m, 22.03.1976: 1 ♀ 36 x 26 mm (MNHN-B13821). - Stn. CP34, 14°01.0'N-120°15.8'E, 188-191 m, 23.03.1976: 1 ♀ 31 x 23 mm (MNHN-B13822). - Stn. CP36, 14°01.2'N-120°20.2'E, 187-210 m, 23.03.1976: 1 ♀ 33 x 24 mm (MNHN-B13823). - St 12: 187 m, 20.03.1976: 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♀ 33 x 25 mm (MNHN-B13819).

MUSORSTOM 2: Stn. CP10, 14°00.1'N-120°18.5'E, 188-195 m, 21.11.1980: 1 ♂ 33 x 23 mm (MNHN-B13884). - Stn. CP21, 14°00.2'N-120°17.8'E, 191-192 m, 22.11.1980: 2 ♂ 32 x 24 mm, 38 x 27 mm (MNHN-B13891). - Stn. CP67, 14°00.1'N-120°18.5'E, 193-199 m, 29.11.1980: 1 ♀ 40 x 30 mm (MNHN-B13893). - Stn. CP83, 13°55.2'N-120°30.5'E, 318-320 m, 02.12.1980: 1 ♂ 30 x 21 mm (MNHN-B13890). - Stn. CP26, 13°49.6'N-120°51.0'E, 299-320 m, 23.11.1980: 1 juv. ♂ 11 x 7 mm (MNHN-B13903). - Stn. CP13, 14°00.5'N-120°20.7'E, 193-200 m, 21.11.1980: 1 ♂ 25 x 18 mm (MNHN-B13886).

MUSORSTOM 3: Stn. CP87, 14°00.6'N-120°19.6'E, 191-197 m, 31.05.1985: 1 ♂ 31 x 23 mm (MNHN-B13824). - Stn. CP111, 14°00.1'N-120°17.5'E, 193-205 m, 02.06.1985: 1 ♀ 36 x 26 mm (MNHN-B 13825). - Stn. CP112, 14°00.2'N-120°19.2'E, 187-199 m, 02.06.1985: 1 ♂ 31 x 22 mm (MNHN-B13826). - Stn. CP143, 11°28.3'N-124°11.6'E, 205-214 m, 07.06.1985: 1 ♂ 33 x 24 mm (MNHN-B13828). - Stn. CP120, 12°05.6'N-121°15.6'E, 219-220 m, 03.06.1985: 1 ♀ 28 x 20 mm (MNHN-B13827).

PANGLAO 2005: Stn. CP2332, 9°38.8'N-123°45.9'E, 418-477 m, 22.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 8 x 6 mm, 1 juv. ♀ 11 x 7 mm, 1 ♀ 13 x 10 mm, 4 ♀ 20 x 15 mm, 3 ♀ 25 x 20 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm (MNHN-B31924). - July 2004-May 2005, Arbasto coll., ex ZRC: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31923) (N Coast of Panglao). - Stn. CP2331, 9°39.2'N-123°47.5'E, 255-262 m, 22.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 9 x 7 mm, 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 25 x 23 mm (MNHN-B31919). - Stn. CP2341, 9°24.5'N-123°49.7'E, 712-888 m, 23.05.2005, ex ZRC: 1 ♂ 25 x 23 mm (MNHN-B31918). - Stn. CP2343, 9°27.4'N-123°49.4'E, 273-302 m, 23.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 6 x 4 mm, 1 juv. ♀ 7 x 5 mm, 1 juv. ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B31922). - Stn. T34, 9°31.3'N-123°51.4'E, 145-163 m, 03.07.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 6 x 4 mm (MNHN-B31921). - Stn. CP2344, 9°28.4'N-123°50.1'E, 128-155 m, 23.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B31920). - Stn. CP2381, 8°43.3'E-123°19.0'E, 275-280 m, 28.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 7 x 5 mm, 1 juv. ♂ 10 x

7 mm, 1 juv. ♂ 12 x 8 mm, 1 ♂ 15 x 12 mm, 3 ♀ 30 x 25 mm (MNHN-B31925).

Taiwan

"*Chung Ming Fa*" TAIWAN 2002: Stn. CP159, 22°14.6'N-120°59.9'E, 208 m, 24.05.2002, Chan, Cosel, Richer coll.: 1 ♂ 18 x 15 mm (MNHN-B29578).

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2287, 8°40.8'S-157°24.6'E, 253-255 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B30887).

New Caledonia

BATHUS 1: Stn. CP695, 20°34.59'S-164°57.88'E, 410-430 m, 17.03.1993: 1 ♂ 30 x 23 mm (MNHN-B24777). - Stn. CP710, 21°43.2'S-166°36.3'E, 320-386 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 9 mm (MNHN-B30888).

BATHUS 4: Stn. CP946, 20°33.81'S-164°58.35'E, 386-430 m, 10.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 14 mm (MNHN-B30884).

HALIPRO 1: Stn. CH856, 21°44.02'S-166°37.76'E, 311-365 m, 20.03.1994: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B24860). - St CP851, 21°43'S-166°37'E, 314-364 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 13 x 10 mm (MNHN-B30885).

MUSORSTOM 4: Stn. CC248, 22°09.5'S-167°10.0'E, 380-385 m, 04.10.1985: 1 ♀ 21 x 15 mm (MNHN-B17265).

Loyalty Islands

MUSORSTOM 6: Stn. DW447, 20°54.9'S-167°19.8'E, 460 m, 19.02.1989: 1 juv. ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B24271).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. DW1450, 16°44'S-179°58'E, 327-420 m, 04.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 10 x 9 mm (MNHN-B30886).

MUSORSTOM 10: Stn. CP1327, 17°133'S-177°51.6'E, 370-389 m, 07.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 1 ♀ 25 x 21 mm (MNHN-B30902).

Type locality: Indonesia (Kai Islands), 5°40'S-132°26'E, 310 m ("*Siboga*", Stn. 254).

Emended diagnosis: Medium size. Dorsal surface of carapace areolated, smooth; subhepatic region strongly inflated. Anterolateral margin short, spineless. Posterolateral margin elongate, spineless. Rostrum long, thick without lateral spines, distal tip directed upward; pseudorostral spines elongate, slightly shorter than rostrum directed upward; subhepatic spine elongate, directed outward, upward. V-shaped cervical groove crossing margins, delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove weakly visible only laterally, along carapace margins. Gastric pits weak. *Linea homolica* well defined for entire length of carapace, crossing space between pseudorostral and subhepatic spines, ending at base of pseudorostral spine. Orbit absent. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite short, thick. Eye-stalk located between pseudorostral, subhepatic spines. Antennulae: article 1 short, broad; articles 2-3 cylindrical, short. Antennae: article 1 cylindrical, short, spineless, with prominent urinal tubercle; articles 2-5 cylindrical, short. Buccal spine absent, but margin of buccal area forming a prominent angle. Reduced proepistome. Epistome enlarged. Endostome located posteriorly; buccal area closed by mxp3 operculiform, with palps joining medially; endostomial ridge weak; exhalent orifice having notch shape. Antennal (or infraorbital) spine short. Mxp3 ischium, merus of endopodite enlarged; merus very enlarged, elongate; anterior margin of merus extending beyond endostomial ridge. Cheliped spineless, weak, short; propodus cylindrical. P2-P4 elongate; P4 longer than P2-P3; P2-P5 merus slightly enlarged with respect to other articles, spineless; P2-P4 propodus flat; P2-P4 dactylus very elongate, strongly curved, pointed; P5 very elongate, with merus incurved, extending beyond gastric pits on dorsal surface of carapace reaching base of pseudorostral spine. Male abdominal holding by P1-P4 coxae; telson secured by mxp3 coxae: indentation very strong on mxp3 coxa; hb strongly crenulate.

Female thoracic sternum: as long as broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, as long as wide, with flat central depression, e4-e6 slightly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, strongly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part relatively developed. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, elongate, very narrow; 7 with very narrow, brownish m7; aperture closed by strong sinuous r8, protected anteriorly by a rounded bulge on inner margin of 7. D2-d3 shallow. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky, slightly inclined upward, with g1 wide, shallow; e5 stocky, strongly inclined backward with, g2 wide, shallow; e6 stocky, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Male thoracic sternum: as long as broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, as long as wide, with flat central depression, e4-e6 slightly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete with a characteristic triangular-shaped form centrally, strongly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part relatively developed; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 wide, shallow; e5 stocky, strongly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 stocky, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Genus *Ihlopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995
Plate 10

Type species: *Ihlopsis tirardi* Guinot & Richer de Forges, 1995, by original designation; gender feminine.

Included extant species: *I. multispinosa* (Ihle, 1912); *I. tirardi* Guinot & Richer de Forges, 1995.

Ihlopsis tirardi

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP1026, 17°50.35'S-168°39.33'E, 437-504 m, 28.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30920).

New Caledonia

"Vauban": 22°49'S-167°12'E, 400 m, 10.04.1978, Intès coll.: 1 ♂ 20 x 17 mm (MNHN-B20283); 1 ♂ 19 x 16 mm; 1 ♀ 20 x 17 mm; 1 ovig. ♀ 19 x 16 mm; 2 ♂ 17 x 13 mm, 16 x 14 mm (MNHN-B7030) (Pins Island). - Dr.1, 22°49'S-167°12'E, 390-395 m, 10.04.1978, Intès coll.: 1 ♂ 16 x 14 mm (MNHN-B7031).

BATHUS 3: Stn. CP847, 23°03'S-166°58'E, 405-411 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♂ 15 x 8 mm (MHNH-B30919). - Stn. CP815, 23°47'S-168°17'E, 460-470 m, 28.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♂ 13 x 8 mm (MNHN-B30926). - Stn. CP812, 23°43'S-168°16'E, 391-440 m, 28.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 17 x 11 mm (MNHN-B30921). - Stn. DW816, 23°41'S-168°15'E, 380-391 m, 28.11.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♀ 12 x 10 mm (MNHN-B30915). - Stn. CP814, 23°48'S-168°17'E, 444-530 m, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♂ 17 x 10 mm (MNHN-B30913). - Stn. CP813, 23°45.23'S-168°16.57'E, 410-415 m, 28.11.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30914). - Stn. DW818, 23°43.89'S-168°16.32'E, 394-401 m, 28.11.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30916). - Stn. CP811, 23°41.42'S-168°15.50'E, 383-408 m, 28.11.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 20 x 13 mm, 1 ovig. ♀ 20 x 13 mm, 1 ♀ 26 x 17 mm (MNHN-B30889).

BERYX 11: Stn. CP51, 23°44.50'S-168°16.70'E, 390-400 m, 21.10.1992: 1 ovig. ♀ 20 x 13 mm (MNHN-B24787).

LITHIST: Stn. DW13, 23°45.0'S-168°16.7'E, 400 m, 12.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 25 x 17 mm (MNHN-B30883).

MUSORSTOM 4: Stn. DW214, 22°53.8'S-167°13.9'E, 425-440 m, 28.09.1985: 1 ♂ 13 x 9 mm, 1 ♀ 17 x 11 mm (MNHN-B17266). - Stn. DW222, 22°57.6'S-167°33'E, 410-440 m, 30.09.1985: 1 ♂ 12 x 9 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B17267).

NORFOLK 1: Stn. CP1721, 23°19'S-168°01'E, 416-443 m, 26.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 15 x 8 mm (MNHN-B30923). - Stn. DW1732, 23°20'S-168°16'E, 347-1,063 m, 27.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B30925).

NORFOLK 2: Stn. CP2114, 23°45'S-168°17'E, 390-398 m, 31.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm (MNHN-B30927). - Stn. DW2032, 23°39'S-167°44'E, 420-450 m, Lozouet, Famedi, Richer coll.: 2 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30922). - Stn. CP2153, 22°47'S-167°12'E, 395-400 m, 05.11.2005, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♀ 16 x 10 mm (MNHN-B30912). - Stn. DW2156, 22°54'S-167°15'E, 468-500 m, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♀ 17 x 12 mm, 2 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30917).

SMIB 1: Stn. DW2, 22°51.9'S-167°13'E, 415 m, 05.02.1986: 1 ♀ 21 x 13 mm (MNHN-B20117). - Stn. DW7, 22°55'S-167°15.9'E, 500 m, 06.02.1986: 1 ♀ 15 x 9 mm (MNHN-B20290).

SMIB 2: Stn. DW2, 22°54.9'S-167°14.2'E, 448 m, 17.09.1986: 1 ♀ 15 x 9 mm (MNHN-B20115). - Stn. DW3, 22°56.0'S-167°14.8'E, 420 m, 17.09.1986: 1 ♀ 16 x 10 mm (MNHN-B20131). - Stn. DW5, 22°56'S-167°14'E, 398-410 m, 17.09.1986: 1 ♂ 15 x 8 mm; 1 ♀ 17 x 11 mm (MNHN-B19878). - Stn. DW6, 22°56'S-167°16'E, 442-460 m, 17.09.1986: 1 ♀ poorly preserved (MNHN-B19875). - Stn. DW13, 22°52'S-167°13'E, 427-454 m, 18.09.1986: 1 juv. ♀ 7 x 5 mm (MNHN-B20130). - Stn. DW17, 22°55'S-167°15'E, 428-448 m, 19.09.1986: 2 ♀ 19 x 11 mm, 18 x 12 mm (MNHN-B19876).

SMIB 3: Stn. DW22, 23°03'S-167°19.1'E, 503 m, 24.05.1987: 1 ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B20122). - Stn. DW25, 22°56.1'S-167°16.2'E, 437 m, 24.05.1987: 1 ♀ 17 x 10 mm, 1 ovig. ♀ 17 x 10 mm, 1 ♀ 16 x 10 mm (MNHN-B20111). - Stn. DW26, 22°55.1'S-167°15.5'E, 450 m, 24.05.1987: 1 ♀ 18 x 11 mm (MNHN-B20113). - Stn. DW30, 22°52.2'S-167°22.3'E, 648 m, 26.05.1987: 1 ovig. ♀ 21 x 12 mm (MNHN-B20108).

SMIB 8: Stn. DW189, 23°17.6'S-168°05.5'E, 400-402 m, 31.01.1993: 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B30924).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1478, 20°59'S-178°44'E, 386-396 m, 09.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 13 x 8 mm (MNHN-B30918).

Type locality: New Caledonia (Pins Island), 22°49'S-167°12'E, 400 m.

Emended diagnosis: Small size. Dorsal surface of carapace areolated, strongly spiny; subhepatic region strongly inflated, with very elongate three spines, anterior one longest of all spines of carapace; three subhepatic spines directed upward. Anterolateral margin short, with one elongate spine directed upward, outward. Posterolateral margin elongate, with two elongate spines directed upward, outward. Cardiac, gastric, branchial regions with numerous supplementary elongate spines directed upward. Rostrum elongate, thick without lateral spines, with distal tip slightly directed downward; V-shaped pseudorostral spines elongate, with one strong supplementary lateral spine located medially, directed upward; infraorbital spine elongate, strong, as long as rostrum, directed forward, inclined downward. Cervical groove marked, crossing margins directly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove straight difficult to locate laterally. Gastric pits deep. *Linea homolica* sinuous, weak but evident for entire length of carapace, crossing space between pseudorostral, first subhepatic spines, ending at base of infraorbital spine. Orbit absent. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite short, terminating with a circular or oval corneal region. Eye-stalk crossing between pseudorostral, infraorbital spines. Antennulae: article 1 broader than long; articles 2-3 cylindrical, elongate. Antennae: article 1 with one well-developed urinal tubercle; articles 2-3 cylindrical, elongate with one strong distal spine on inner margin; article 5 very short. Proepistome short, spineless. Epistome more strongly developed than proepistome. Endostome delimited anteriorly by a weak margin with two median ridges. Over exhalent orifice, a shield forming a membranous projection, surmounted by one buccal spine. Endostomial ridge marked. Antennal spine short directed inward. Buccal spine strong. Protogastric spine strong, elongate. Pterygostomial spine strong, elongate. Mxp3 subpediform, elongate, with elongate spines; ischium subcylindrical, very narrow; merus enlarged anteriorly, with anterior mar-

gin slightly exceeding endostomial ridge. Cheliped very weak, short, extending slightly beyond distal extremity of P2 merus, in both male and female; P1 ischium with one strong spine on upper margin and one strong spine on lower margin, both located at distal extremity; P1 merus with two strong spines located proximally, one strong spine located at distal extremity on upper margin, one strong spine located proximally on lower margin; P1 propodus cylindrical, narrow; P1 dactylus short. P2-P3 merus with two strong spines on upper margin (*I. multispinosa*); P2-P4 merus with four strong spines on upper margin (*I. tirardi*); P4 merus with one strong spine on upper margin (*I. multispinosa*); P2-P5 with distal spine either very elongate (*I. multispinosa*) or same-sized as other spines (*I. tirardi*); P5 narrow, very elongate, with merus joining or extending beyond base of pseudorostral spines. Locking of male abdomen insured by weakly developed hb, mxp3 coxal indentation, P1 coxae; telson held by mxp3 coxae: indentation very strong on mxp3 coxa.

Female thoracic sternum: slightly longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with pointed tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression slightly curved, restricted at level of 4, e4-e6 slightly raised, e6 flat; ridge weak, concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from a small hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, strongly inclined distally; rounded process of 6/7 lateral part relatively developed. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, very narrow, short; 7 with arc-shaped, very narrow, whitish m7; 8 with arc-shaped, large, brownish m8; aperture closed medially by weak sinuous r8, protected anteriorly by a rounded strong bulge on inner margin of 7, covering totally aperture of spermatheca. D2-d3 shallow. Hb short, raised, with slightly crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 wide, shallow; e5 elongate, strongly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: slightly longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with pointed tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression slightly curved, restricted at level of 4, e4-e5 slightly raised, e6 flat; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, with a characteristic sinuous course centrally, strongly inclined distally; rounded process of 6/7 lateral part relatively developed; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb short, raised, with slightly crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 shallow; e4 straight, stocky slightly curved upward, with g1 wide, shallow; e5 elongate, strongly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Genus *Lamoha* Ng, 1998
Plate 11

Type species: *Hypsophrys superciliosa* Wood-Mason & Alcock, 1891, by monotypy; name pre-occupied by Agassiz, 1858 [Pisces]; gender feminine.

Included extant species: *L. hystrix* Ng, 1998; *L. inflata* (Guinot & Richer de Forges, 1981); *L. longipes* (Alcock & Anderson, 1899); *L. longirostris* (Chen, 1986); *L. murotoensis* (Sakai, 1979); *L. noar* (Williams, 1974); *L. personata* (Guinot & Richer de Forges, 1981); *L. superciliosa* (Wood-Mason & Alcock, 1891); *L. williamsi* (Takeda, 1980).

Lamoha inflata

Loyalty Islands

"Vauban": 21°41'S-167°58.8'E, 400 m, 24.06.1977, Intès coll.: 1 ovig. ♀ 19 x 17 mm (MNHN-B7023) (Maré).

Samoa Islands

"Vauban": 400 m, 17.11.1977, Intès coll.: 1 ♀ 34 x 29 mm (MNHN-B7024) (Apolima Strait). - 400 m, 17.11.1977, Intès coll.: 1 ♀ 28 x 25 mm (MNHN-B29009) (Apolima Strait).

French Polynesia

Tuamotu (Mururoa): 21°53.2'S-138°53.2'W, 700-900 m, 25.06.1988, Poupin coll.: 1 ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B24310). - Stn. 159, 21°48.1'S-138°55.6'W, 540 m, 21.06.1989, Poupin coll.: 1 ♀ 28 x 24 mm (MNHN-B24312). - Stn. 223, 21°50.9'S-138°58.2'W, 500 m, 15.05.1990, Poupin coll.: 1 ♂ 27 x 20 mm, 1 ovig. ♀ 23 x 18 mm (MNHN-B24343). - Stn. 70, 18°30'S-136°27'W, 300-400 m, 07.06.1988, Poupin coll.: 1 ovig. ♀ 27 x 22 mm (MNHN-B24311) (Reao Atoll). - Stn. 309, 16°34.2'S-143°38.7'W, 580 m, 07.10.1990, Poupin coll.: 1 ♂ 30 x 25 (MNHN-B24446) (Makemo Atoll).

Lamoha longipes

Seychelles

CEPROS: Stn. 5.26, 5°48.5'S-56°44'E, 600 m, 24.10.1987: 1 ovig. ♀ 33 x 29 mm (MNHN-B24306).

Lamoha longirostris

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2252, 7°28.4'S-156°17.5'E, 1,059-1,109 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♀ 20 x 15 mm, 1 ♀ 30 x 25 mm, 2 ♂ 23 x 18 mm (MNHN-B30906).

Wallis and Futuna Islands

MUSORSTOM 7: Stn. CP620, 12°34.4'S-178°11'W, 1,280 m, 28.05.1992: 1 ovig. ♀ 24 x 21 mm (MNHN-B24695). - Stn. CP621, 12°35'S-178°11.5'W, 1,300 m, 28.05.1992: 1 ♂ 18 x 15 mm (MNHN-B24697). - Stn. CP623, 12°34.2'S-178°15.1'W, 1,300 m, 28.05.1992: 2 ♂ 17 x 15 mm, 14 x 11 mm, 1 ♂ 23 x 17 mm (MNHN-B24696).

Lamoha murotoensis

Seychelles

CEPROS: Stn. ECH52, 5°48.2'S-56°45'E, 200-220 m, 24.10.1987: 1 ♂ 35 x 29 mm (MNHN-B24307). - Stn.

5.27, 5°48.5'S-56°44.6'E, 400-450 m, 24.10.1987: 1 ♂ 21 x 18 mm (MNHN-B20288).

Madagascar

"Vauban": Stn. 11, 12°39.8'S-48°15.2'E, 375-385 m, 14.04.1971: 1 ♂ 23 x 21 mm, 1 juv. ♀ 8 x 7 mm (MNHN-B7025) (NW Coast).

Indonesia

KARUBAR: Stn. DW32, 05°47'S-132°51'E, 170-206 m, 26.10.1991: 1 ♂ 20 x 16 mm, 1 juv. ♂ 8 x 7 mm (MNHN-B22490) (Kai Islands).

Japan

Shikoku Island, Muroto-city, Mitsu, 03.01.1975, Matsuzawa coll., 07.12.1990, Sakai leg.: 1 ♀ 39 x 32 mm, 1 ovig. ♀ 36 x 31 mm (MNHN-B24445).

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2201, 7°43.5'S-158°29.9'E, 307-310 m, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 juv. ♂ 15 x 11 mm (MNHN-B30933).

French Polynesia

Stn. 495, 230 m, 01.02.1996, Poupin coll.: 3 ♀ 25 x 22 mm, 1 ♀ 30 x 26 mm, 1 ♂ 30 x 26 mm (MNHN-B30911). - Stn. 40, 8°46.12'S-140°06.74'W, 346 m, 26.08.1990, Poupin coll.: 1 juv. ♂ 14 x 11 mm (MNHN-B24569).

Marquesas Islands

MUSORSTOM9: Stn. CP1282, 7°52'S-140°31'W, 416-460 m, 07.10.1997, Bouchet, Dayrat, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 10 x 8 mm, 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B30932). - Stn. CP1306, 8°55.2'S-140°14.8'W, 283-448 m, 10.10.1997, Bouchet, Dayrat, Richer coll.: 1 ♂ 23 x 19 mm (MNHN-B30930). - Stn. CP1268, 7°56'S-140°43'W, 285-320 m, 04.10.1997, Bouchet, Dayrat, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♂ 15 x 12 mm (MNHN-B30931).

Lamoha noar

French Antilles

ORSTOM-IRPM-SMCB: Stn. W36, 16°15.48'N-61°50.31'W, 550 m, 01.04.1993, Leblond, Poupin coll.: 1 ♂ 58 x 54 mm, 1 ♂ 35 x 36 mm, 1 ♀ 52 x 51 mm, 1 ♀ 57 x 58 mm; 1 ovig. ♀ 58 x 54 mm (MNHN-B24875).

"Polka": 300-600 m, Lamy coll.: 1 ♀ 50 x 42 mm (MNHN-B30910) (Guadalupa).

Lamoha personata

Vanuatu

"Vauban": 900 m, 14.10.1977, Intès coll.: 1 ♂ 38 x 39 mm (MNHN-B7022) [Torrès Islands (Loh)]. - 900 m, 14.10.1977, Intès coll.: 1 ♀ 38 x 35 mm (MNHN-B29008) [Torrès Islands (Loh)].

Kiribati Islands

600 m, 04.1987, Crutz coll.: 1 ♀ 38 x 34 mm, 1 ovig. ♀ 33 x 29 mm (MNHN-B19885).

Samoa Islands

"Vauban": 750 m, 20.11.1977, Intès coll.: 2 ♂ 43 x 39 mm, 38 x 34 mm, 1 ♀ 31 x 28 mm (MNHN-B16725) (Apolima Strait).

French Polynesia

Tuamotu (Mururoa), 1984, Poupin coll.: 1 ♂ 47 x 42 mm, 1 ♀ 43 x 40 mm (MNHN-B16576). - Marotiri Island, Stn. 103, 27°55'S-143,31'W, 500-600 m, 27.08.1988: 1 ♂ 53 x 48 mm, 1 ♀ 43 x 41 mm (MNHN-B24314). - Rimatara Island, 500-700 m, 03.09.1988: 3 ♂ 48 x 43 mm, 40 x 36 mm, 38 x 35 mm (MNHN-B 24316).

Lamoha superciliosa

Maldives

"Vitjaz": Stn. 4618, 6°20'N-75°45'E, 1,930 m, 26.01.1960: 1 ovig. ♀ 18 x 15 mm (MNHN-B27886).

Taiwan

Stn. CP277: 1 juv. ♀ 10 x 8 mm, 1 ♂ 18 x 15 mm (ZRC 2008.0992).

Lamoha williamsi

Hawaii

04.08.1980, Titgen leg.: 1 ♂ 40 x 35 mm (MNHN-B30905).

Type locality: Arabian Sea, 15°2'N-73°34'E, 1,353 m (*"Investigator"*, Stn. 105).

Emended diagnosis: Large size. Dorsal surface of carapace areolated, tuberculate, spiny; subhepatic regions slightly inflated, with two main strong spines directed upward. Anterolateral margin short, with one strong spine directed upward. Posterolateral margin elongate, with one or two strong spines directed upward (*L. personata*, *L. noar*, *L. williamsi*) or small tubercles (*L. longipes*) or smooth (*L. longirostris*, *L. inflata*, *L. superciliosa*) or calcified granules (*L. murotoensis*). Spatula-shaped rostrum strongly directed downward with rounded tip (*L. superciliosa*, *L. longirostris*) or strongly bifid (*L. longipes*, *L. noar*, *L. murotoensis*, *L. inflata*) or slightly bifid (*L. williamsi*, *L. personata*); pseudorostral ornamentation with different disposition: 1) pseudorostral ornamentation spiniform, with front having one pair of spines at rostrum base (*L. noar*, *L. personata*, *L. williamsi*), 2) pseudorostral ornamentation short, with a second tooth, interpreted as supra-orbital (*L. superciliosa*) or as a slight convexity of supra-orbital margin (*L. longirostris*), 3) presence of two spines, interpreted respectively as pseudorostral, supra-orbital spines (*L. inflata*, *L. longipes*, *L. murotoensis*). Cervical groove oblique, strongly developed, complete medially, crossing carapace margins, delimiting subhepatic region inferiorly; branchiocardiac groove oblique, distinctly crossing carapace margins, located posteriorly, primarily visible laterally. Gastric pits weak. *Linea homolica* sinuous well-developed for entire length of carapace, ending at level of orbit. Orbit wide. Eye: basophthalmite very short, slightly enlarged distally; podophthalmite longer; eye placed completely into orbit, particularly when it is short (*L. personata*). Podophthalmite never occupies entire orbit. Antennulae: article 1 broader than long; article 2 cylindrical, elongate; article 3 short. Antennae: article 1 with strong urinal tubercle; article 1 relatively short, with one anteroexternal spine; flagellum very elongate. Proepistome crossing between eyes as tuberculated septum (*L. noar*, *L. superciliosa*, *L. longirostris*, *L. personata*, *L. williamsi*) or with one spine (*L. longipes*, *L. murotoensis*, *L. inflata*). One spine (infra-orbital or antennal) located between infra-orbital margin, base of antennae. Epistome very short. Endostome shallow, delimited anteriorly by two slightly raised ridges; one bilobate shield over exhalent orifice. Antennal spine elongate directed forward, delimiting orbit inferiorly. Buccal spine absent. Mxp3 pediform, elongate, narrow, with palp very well developed; mxp3 covering totally endostome; exhalent orifice free, narrow. Cheliped well developed, more or less as long as P2; P1 propodus elongate, slightly enlarged

distally; P1 dactylus relatively short; P2-P4 elongate, with merus enlarged, more or less cylindrical; P5 very weak; P5 merus with spines on lower margin (*L. murotoensis*, *L. longipes*, *L. inflata*), or without spines (*L. superciliosa*, *L. longirostris*, *L. noar*, *L. williamsi*, *L. personata*); P5 merus extending beyond gastric pits; P5 propodus very small, forming with dactylus a subcheliform process. Abdominal holding characteristic: 1) hb with denticulated sternal prominence; 2) one indentation on mxp3 coxa, limiting proximal movement of telson.

Female thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression curved, restricted at level of 4, e4-e6 strongly raised; ridge weak, slightly concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from small hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, slightly curved backward distally. Spermatheca occupying about two/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, very elongate, relatively narrow; 7 with arc-shaped, narrow, whitish m7; 8 with very narrow, whitish marginal m8; membranous area supported medially by weak r8. D2-d3 deep. Hb elongate, weakly raised, with crenulate surface. E3 straight, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate, straight, with g2 narrow, shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 narrow, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 narrow, shallow; lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression curved, slightly restricted at level of 4, e4-e6 strongly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, slightly inclined backward distally; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 deep. Hb elongate, weakly raised, with crenulate surface. E3 straight, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 straight, stocky slightly inclined upward, with g1 narrow, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 narrow, shallow; e6 elongate, slightly inclined backward, with g3 narrow, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 narrow, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Genus *Latreillopsis* Henderson, 1888
Plate 12

Type species: *Latreillopsis bispinosa* Henderson, 1888, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *L. antennata* Guinot & Richer de Forges, 1995; *L. bispinosa* Henderson, 1888; *L. cornuta* Guinot & Richer de Forges, 1995; *L. daviei* Guinot & Richer de Forges, 1995; *L. gracilipes* Guinot & Richer de Forges, 1981; *L.* aff. *gracilipes* Guinot & Richer de Forges, 1981; *L. laciniata* Sakai, 1936; *L. mariveneae* Richer de Forges & Ng, 2007; *L. tetraspinosa* Dai & Chen, 1980; *L. trispinosa* Richer de Forges & Ng, 2008.

Latreillopsis antennata

New Caledonia

SMIB 3: Stn. DW18, 23°41.5'S-167°59.4'E, 338 m, 23.05.1987: 1 ♂ 13.7 x 10 mm, paratype (MNHN-B20125).

SMIB 5: Stn. DW94, 22°19.6'S-168°42.8'E, 275 m, 13.09.1989: 1 ♂ 19 x 14 mm, paratype (MNHN-B22327) (Norfolk folding).

Chesterfield Islands

MUSORSTOM 5: Stn. DW299, 22°47.7'S-159°23.7'E, 360-390 m, 11.10.1986: 1 ♂ 12.6 x 8.4 mm, holotype (MNHN-B19904).

Latreillopsis bispinosa

Philippines

MUSORSTOM 1: Stn. CC12, 14°00.8'N-120°20.5'E, 210 m, 20.03.1976: 1 ♂ 17 x 12 mm; 1 ovig. ♀ 20 x 14 mm (MNHN-B13829). - Stn. CP24, 14°00.0'N-120°18'E, 189-209 m, 22.03.1976: 1 ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B13851). - Stn. CP25, 14°02.7'N-120°20.3'E, 191-200 m, 22.03.1976: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B13853). - Stn. CP26, 14°00.9'N-120°16.8'E, 189 m, 22.03.1976: 1 ♂ 18 x 12 mm (MNHN-B13830). - Stn. CP34, 14°01.0'N-120°15.8'E, 188-191 m, 23.03.1976: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♀ 11 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 19 x 13 mm (MNHN-B13831). - Stn. CP36, 14°01.2'N-120°20.2'E, 187-210 m, 23.03.1976: 1 ♂ 12 x 8 mm, 1 ♂ 20 x 13 mm (MNHN-B22581). - Stn. CP42, 13°55.1'N-120°28.6'E, 379-407 m, 24.03.1976: 1 ♀ 19 x 13 mm (MNHN-B13832). - Stn. CP51, 13°49.4'N-120°04.2'E, 170-200 m, 25.03.1976: 1 ♂ 16 x 13 mm (MNHN-B13833). - Stn. CP55, 13°55.0'N-120°12.5'E, 194-200 m, 26.03.1976: 1 ♂ 14 x 10 mm (MNHN-B13834). - Stn. CP64, 14°00.5'N-120°16.3'E, 194-195 m, 27.03.1976: 2 ♂ 14 x 10 mm, 19 x 13 mm (MNHN-B13836). - Stn. CP71, 14°09.3'N-120°26.2'E, 204 m, 28.03.1976: 3 ♂ from 9 x 6 mm to 10 x 7 mm (MNHN-B13852).

MUSORSTOM 2: Stn. CP2, 14°01.0'N-120°17.1'E, 184-186 m, 20.11.1980: 1 ♂ 18 x 13 mm (MNHN-B13889). - Stn. CP20, 14°00.9'N-120°18.1'E, 185-192 m, 22.11.1980: 2 ♀ 11 x 7 mm, 20 x 14 mm (MNHN-B13888). - Stn. CP21, 14°00.2'N-120°17.8'E, 191-192 m, 11.11.1980: 1 ovig. ♀ 18 x 13 mm (MNHN-B13887). - Stn. CP59, 14°00.5'N-120°16.5'E, 186-190 m, 28.11.1980: 1 ♀ poorly preserved (MNHN-B18804). - Stn. CP64, 14°00.6'N-120°18.9'E, 177-181 m, 29.11.1980: 1 ovig. ♀ 21 x 14 mm, 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B13898). - Stn. CP67, 14°00.1'N-120°18.5'E, 178-185 m, 29.11.1980: 1 ovig. ♀ 21 x 15 mm (MNHN-B13900). - Stn. CP68, 14°01.9'N-120°18.8'E, 195-199 m, 29.11.1980: 2 ♂ 10 x 7 mm, 15 x 10 mm (MNHN-B13901).

MUSORSTOM 3: Stn. CP87, 14°00.6'N-120°19.6'E, 191-197 m, 31.05.1985: 2 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B13854). - Stn. CP98, 14°00.2'N-120°17.9'E, 194-205 m, 01.06.1985: 1 ♀ 12 x 7 mm (MNHN-B13855). - Stn. CP99, 14°01.0'N-120°19.5'E, 196-204 m, 01.06.1985: 1 ♂ 10 x 6 mm, 1 ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B13856). - Stn. CP100, 14°00.0'N-120°17.6'E, 189-199 m, 01.06.1985: 1 ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B13857). - Stn. CP108, 14°01.1'N-120°17.9'E, 188-195 m, 02.06.1985: 1 ♀ 12 x 8 mm (MNHN-B13858). - Stn. CP109, 14°00.2'N-120°17.6'E, 190-198 m, 02.06.1985: 2 ♂ 11 x 8 mm, 10 x 6 mm

(MNHN-B13859). - Stn. CP111, 14°00.1'N-120°17.5'E, 193-205 m, 02.06.1985: 1 ♂ 16 x 10 mm (MNHN-B13860). - Stn. CP112, 14°00.2'N-120°19.2'E, 187-199 m, 02.06.1985: 2 ♀ 11 x 7 mm, 10 x 6 mm (MNHN-B13861). - Stn. CP120, 12°05.6'N-121°15.6'E, 219-220 m, 03.06.1985: 1 ♂ 11 x 7 mm (MNHN-B13862).

PANGLAO 2004: Stn. T2, 9°32.4'E-123°47.8'E, 152 m, 31.05.2004, ex ZRC: 1 ♂ 12 x 10 mm (MNHN-B31933). - Stn. T39, 9°30.1'N-123°50.4'E, 100-138 m, 06.07.2004, ex ZRC: 1 ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B31937). - 02.03.2004, Richer de Forgers det., ex ZRC: 3 ♂ 14 x 10 mm, 1 ♀ 12 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 15 x 13 mm (MNHN-B31926). - Stn. T26, 9°43.3'N-123°48.8'E, 123-135 m, 24.06.2004, ex ZRC: 2 juv. ♀ 6 x 4 mm (MNHN-B31936). - Stn. T27, 9°33.4'N-123°51.0'E, 106-137 m, 25.06.2004, ex ZRC: 1 ♀ 15 x 12 mm (MNHN-B31935).

PANGLAO 2005: Stn. CP2380, 8°41,3N-123°17.8'E, 163-271 m, 28.05.2005, ex ZRC: 2 ♂ 14 x 10 mm, 1 ♀ 14 x 10 mm, 2 ♀ 16 x 12 mm (MNHN-B31932). - 80-140 m, ex ZRC: 2 ♂ 14 x 10 mm, 1 ovig. ♀ 14 x 10 mm (MNHN-B31938). - Stn. DW2371, 8°34.8'N-123°16.2'E, 175-187 m, 27.05.2005, ex ZRC: 1 juv. ♀ 6 x 4 mm (MNHN-B31931).

Japan

Shikoku Island, Kochi Prefecture (Kochi-ken), Kami Kawaguchi close to Nakamura, 33°01.7'N-133°02.3'E, ca. 120 m, 29.10.1979, Turkay det. *Paromola acutispina*: 1 ♂ 19 x 12 mm, 1 ovig. ♀ 20 x 14 mm (MNHN-B24806). - Kii Peninsula, 300-350 m, Nagai coll., 01.01.1991 et det. *L. bispinosa*: 1 ♀ 14 x 10 mm, 1 ♂ 13 x 9 mm, 1 ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B24867).

Solomon Islands

SALOMON 1: Stn. CP1802, 9°31.1'S-160°35.0'E, 245-269 m, 02.10.2001, Bouchet, Dayrat, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 20 x 14 mm (MNHN-B30985).

Latreillopsis daviei

Australia

"Soela": Stn. 83, 18°39'S-148°03'E, 248 m, 08.12.1985, Davie coll., det. *Latreillopsis bispinosa* et leg.: 1 ♂ 17 x 12 mm (MNHN-B20606), 3 ♂ 16 x 11 mm, 16 x 9 mm, 12 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 18 x 13 mm (MNHN-B22343).

Latreillopsis gracilipes

New Caledonia

"Vauban": 22°17.5'S-167°13'E, 400 m, 23.05.1978, Intès coll. (CB 138): 1 ♂ 11 x 8 mm (MNHN-B7032). - 22°19.5'S-167°10'E, 220-230 m, 23.05.1978, Intès coll.: 1 ovig. ♀ 12 x 7 mm (MNHN-B7033).

BATHUS 1: Stn. CP669, 20°57.3'S-165°35.3'E, 255-280 m, 14.03.1993: 1 ♂ 8 x 6 mm, 1 ♂ 10 x 6 mm, 1 ♀ 8 x 6 mm, 2 ovig. ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B24784). - Stn. CP707, 21°42.7'S-166°35.7'E, 347-375, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 2 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B30974).

BIOCAL: Stn. CP105, 21°31'S-166°22'E, 330-335 m, 08.09.1985: 1 ♂ 10 x 7 mm (MNHN-B13838).

MUSORSTOM 4: Stn. CP172, 19°01.2'S-163°16'E, 275-330 m, 17.09.1985: 1 ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B13839).

MUSORSTOM 6: Stn. DW444, 20°54.32'S-167°17.82'E, 300 m, 19.02.1989, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B22328).

Latreillopsis aff. *gracilipes*

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2287, 8°40.8'S-157°24.6'E, 253-255 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B30966).

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP1039, 16°49.63'S-168°30.20'E, 464-472 m, 30.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30951). - Stn. CP1018, 17°52.88'S-168°25.08'E, 300-301 m, 27.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 10 x 7 mm (MNHN-B30959). - Stn. CP971, 20°18.87'S-169°53.12'E, 250-315 m, 21.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30972). - Stn. CP1135, 15°40.50'S-167°02.43'E, 282-375 m, 11.10.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, 1 ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30945).

New Caledonia

BATHUS 1: Stn. CP713, 21°45.3'S-166°36.8'E, 250 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B30955). - Stn. CP667, 20°57.2'S-165°34.6'E, 205-212 m, 14.03.1993, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 7 x 5 mm, 1 ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 12 x 7 mm (MNHN-B30953). - Stn. CP712, 21°44.26'S-166°35.34'E, 210 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30969). - Stn. CP708, 21°43.05'S-166°38.57'E, 550-580 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30967). - Stn. DW688, 20°33.2'S-165°00.4'E, 270-282 m, 16.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30968). - Stn. CP670, 20°54.05'S-165°53.38'E, 394-397 m, 14.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm, 2 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30942). - Stn. CP701, 20°57.54'S-165°35.86'E, 302-335 m, 18.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 10 x 8 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30941).

BATHUS 2: Stn. CP742, 22°33.4'S-166°25.9'E, 340-470 m, 14.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B30958). - Stn. CP737, 23°03.4'S-167°00'E, 350-400 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 12 x 10 mm, 1 ♂ 12 x 8 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30944).

BATHUS 3: Stn. CP847, 23°03'S-166°58'E, 405-411 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ♂ 12 x 10 mm (MNHN-B30962).

BATHUS 4: Stn. CP946, 20°33.81'S-164°58.35'E, 386-430 m, 10.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B30952). - Stn. CP955, 21°45.71'S-166°37.47'E, 242-250 m, 11.08.1994, Richer de Forges coll.: 2 ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B30937). - Stn. DW903, 18°59.93'S-163°13.55'E, 386-400 m, 04.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 15 x 10 mm (MNHN-B30939).

HALIPRO 1: Stn. CC856, 21°44'S-166°37'E, 311-365 m, 20.03.1994, Richer de Forges coll.: 2 ♂ 12 x 9 mm, 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B30964). - Stn. CP851, 21°43'S-166°37'E, 314-364 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 9 x 6 mm (MNHN-B30936). - Stn. CP868, 21°14'S-165°55'E, 430-550 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B30971). - Stn. CC856, 21°44'S-166°37'E, 311-365 m, 20.03.1994,

Richer de Forges coll.: 1 ♀ 12 x 8 mm, 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30954). - Stn. CP869, 21°14'S-166°55'E, 450-490 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30963). - Stn. CP868, 21°14.54'S-165°55.85'E, 430-450 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30960). - Stn. CP853, 21°45'S-166°37'E, 241-250 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 2 ovig. ♀ 10 x 8 mm, 2 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30935). - Stn. CP851, 21°43'S-166°37'E, 314-364 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm, 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30965). - Stn. CP852, 21°44'S-166°36'E, 253-266 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 4 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm, 1 ovig. ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B30934). - Stn. CP863, 21°31'S-166°20'E, 190-227 m, 22.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm, 1 ♂ 15 x 10 mm, 1 ♀ 10 x 8 mm (MNHN-B30938).

SURPRISE: Stn. CP1392, 18°29.8'S-163°02.7'E, 370 m, 12.05.1999, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30956).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1475, 19°41'S-178°11'W, 321-424 m, 08.03.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B30973). - Stn. CP1403, 16°40'S-179°36'E, 220-224 m, 25.02.1999, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B30961).

MUSORSTOM 10: Stn. CP1322, 17°17.1'S-177°47.9'E, 210-282 m, 07.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 2 ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B30950). - Stn. CP1355, 17°49.5'S-178°49.4'E, 302-310 m, 12.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30943).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1560, 19°52'S-174°39'W, 365-372 m, 08.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30957). - Stn. CP1590, 19°12'S-174°13'W, 353-386 m, 14.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 12 x 9 mm (MNHN-B30970). - Stn. CP1525, 21°17'S-174°59'W, 349-351 m, 02.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30947). - Stn. CP1541, 21°15'S-175°14'W, 319-333 m, 05.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♀ 12 x 9 mm, 1 ♂ 12 x 9 mm (MNHN-B30949). - Stn. CP1574, 19°42'S-174°28'W, 304-313 m, 11.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm, 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30948). - Stn. CP1533, 21°44'S-175°20'W, 322-329 m, 04.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30946). - Stn. CP1572, 19°42'S-174°31'W, 391-402 m, 11.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B30940).

Latreillopsis tetraspinosa

Indonesia

CORINDON 2: Stn. 208, 0°14.6'S-117°52'E, 150 m, 31.10.1980: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm (MNHN-B13866). - Stn. 295, 1°26.5'S-117°02.1'E, 51-54 m, 11.11.1980: 1 juv. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B13867).

Philippines

MUSORSTOM 1: Stn. CP57, 13°53.1'N-120°13.2'E, 96-107 m, 26.03.1976: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♀ 6 x 5 mm, 1 juv. ♂ 4 x 3 mm (MNHN-B13835).

MUSORSTOM 3: Stn. CP131, 11°37'N-121°43'E, 120-122 m, 05.06.1985: 1 ovig. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B13863).

PANGLAO 2004: 04.2004, Richer de Forges det., ex ZRC: 1 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 ♀ 10 x 7 mm (MNHN-B31930).

PANGLAO 2005: 27.01.2005, Richer de Forges det., ex ZRC: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 5 mm, 1 juv. ♀ 8 x 5 mm, 1 ovig. ♀ 12 x 7 mm (MNHN-B31929). - 27.01.2005, Richer de Forges det., ex ZRC: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm, 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 1 juv. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B31928). - 27.01.2005, Ng coll., Richer de Forger det., ex ZRC: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm, 4 ♀ 12 x 7 mm, 1 ovig. ♀ 12 x 7 mm (MNHN-B31931).

Japan

Kii Peninsula, Wakayama Prefecture, close to Shiono-misaki, 90 m, Nagai coll., 1992 et det. *Latreillopsis* aff. *tetraspinosa*: 1 ovig. ♀ 8 x 6 mm (MNHN-B24868).

Latreillopsis trispinosa

Indonesia

CORINDON: Stn. 206, 1°05'S-11°45.2'E, 79-85 m, 30.10.1980: 1 juv. ♂ 7 x 5 mm, MNHN-B13865).

Philippines

MUSOSRTOM 1: Stn. CP57, 13°53.1'N-120°13.2'E, 96-107 m, 26.03.1978: 1 ♂ 9 x 6 mm, 1 juv. ♂ 4 x 3 mm (MNHN-B22325).

Solomon Islands

SALOMON 2: Stn. CP2210, 7°34.2'S-157°41.8'E, 240-305 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ovig. ♀ 14 x 10 mm (MNHN-B30989).

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CP1001, 18°48.97'S-168°59.83'E, 150-250 m, 25.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 4 x 2 mm (MNHN-B30992). - Stn. CP1017, 17°52.80'S-168°26.20'E, 294-295 m, 27.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30993).

New Caledonia

BATHUS 1: Stn. CP656, 21°13.2'S-165°54'E, 452-460 m, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 4 x 2 mm (MNHN-B30994).

Fiji Islands

MUSORSTOM 10: Stn. CP1323, 17°16.1'S-177°45.7'E, 143-173 m, 07.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 2 ovig. ♀ 9 x 6 mm, 1 juv. ♂ 8 x 5 mm (MNHN-B30988). - Stn. CP1349, 17°31.1'S-178°38.8'E, 244-252 m, 11.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 3 ovig. ♀ 15 x 10 mm (MNHN-B30990). - Stn. CP1320, 17°16.8'S-177°53.6'E, 290-300 m, 06.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 1 ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B30991). - Stn. CP1324, 17°17.4'S-177°47.0'E, 102-104 m, 07.08.1998, Bouchet, Richer coll.: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B30995).

Type locality: Philippines (Cebu Island), 10°14'N-123°54'E, 176 m.

Emended diagnosis: Small size. Dorsal surface of carapace areolated, smooth; mesogastric, cardiac areas usually well marked; subhepatic region inflated, with two elongate spines (*L. bispinosa*), two short spines (*L. daviei*), four spines (*L. tetraspinosa*), three spines of different size, one tubercle (*L. gracilipes*), four spines, the anterior one stronger than the others (*L. marivenae*), two spines and two pointed tubercles (*L. antennata*), three

equal spines (*L. laciniata*), two spines and two rounded tubercles (*L. cornuta*); all subhepatic spines directed forward. Anterolateral margin short, smooth, with one small or long spine. Posterolateral margin elongate, with one elongate spine directed outward, sometimes with one smaller second spine located on trajectory of *linea homolica*. Rostrum with pointed tip slightly directed downward; pseudorostral spines elongate (twice as long as rostrum) thin, smooth, directed upward (*L. tetraspinosa*, *L. bispinosa*, *L. daviei*, *L. gracilipes*, *L. antennata*), with one small supplementary spine located distally (*L. antennata*), with two-three small supplementary spines located along their entire length (*L. laciniata*), with one small supplementary spine located proximally (*L. cornuta*), or with one small supplementary spine located proximally and one small supplementary spine located distally (*L. marivenae*); infraorbital spine absent, exceptionally one pointed spine (*L. cornuta*). Cervical groove well developed, oblique, crossing carapace margins directly, delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove usually well marked on dorsal surface of carapace but interrupted along lateral margin. Gastric pits weak. *Linea homolica* sinuous, evident, developed for entire length of carapace, ending at base of pseudorostral spine. Orbit absent. Eye: basophthalmite very elongate, narrow; podophthalmite very short. Podophthalmite located in small concavity between front, subhepatic region. Antennulae: article 1 broader than long; articles 2-3 cylindrical, elongate. Antennae: article 1 with one well developed urinal tubercle; articles 2-3 cylindrical with some distal small spines (one outer and one inner). Proepistome small. Epistome high but reduced laterally. Endostome reduced anteriorly by one thick ridge with margins joining medially. Exhalent orifice surmounted by one lobe, forming a shield and by endostomial ridge bearing one small spine distally. Buccal shield forming one projection well raised or one well marked lobe (*L. bispinosa*). Antennal spine more or less pointed. Buccal spine short or sometimes very well developed. Mxp3 not pediform; mxp3 merus broad, enlarged, covering partially exopodite; anterior margin of merus extending beyond endostomial ridge; ischium very short; prostomial chamber very large (*L. antennata*). Cheliped weak, short, meeting or extending beyond P2 carpus; P1 propodus cylindrical, slightly enlarged distally; P2-P4 elongate, with merus very narrow, dactylus elongate, incurved; P5 very elongate, weak; P5 merus meeting base or extending slightly beyond distal extremity of pseudorostral spines; P5 propodus narrow, slightly incurved, enlarged proximally. Male abdomen broad not reaching P1-P5 coxae; hb present; anterior part of telson reaching mxp3 base; P1 coxa with one tubercle; P2 coxa with one weak tubercle.

Female thoracic sternum: as long as broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, wider than long, with flat central depression, strongly restricted al level of 4, e4-e6 slightly raised; ridge weak, concave, at connecting point of 3-4, dividing flat central depression from small hollow depression among 1-3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, with a characteristic triangular-shaped course centrally, strongly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part relatively well developed. Spermatheca occupying about two/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, narrow proximally, enlarged distally; 7 with arc-shaped broad, brownish m7, covering entire aperture; aperture protected medially by a weak r8, anteriorly by a strong bulge-shaped r7, covering partially the proximal part of aperture. D2-d3 shallow. Hb short, strongly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky, slightly inclined upward, with g1 wide, shallow; e5 stocky slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 stocky strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, relatively narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with flat central depression slightly curved, slightly restricted at level of 4, e4-e6 slightly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, with a characteristic triangular-shaped form centrally, strongly inclined distally; pointed process of 6/7 lateral part relatively developed; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 shallow. Hb short, strongly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 narrow, shallow; e4 straight, stocky, with g1 wide, shallow; e5 stocky, slightly curved backward, with g2 wide, shallow; e6 stocky, strongly curved backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly curved backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 joined together by a very short median line in the proximal part.

Genus *Moloha* Barnard, 1947
Plate 13

Type species: *Latreillopsis alcocki* Stebbing, 1920, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *M. acutispina* (Sakai, 1961); *M. alcocki* (Stebbing, 1920); *M. alisae* Guinot & Richer de Forges, 1995; *M. faxoni* (Schmitt, 1921); *M. grandperrini* Guinot & Richer de Forges, 1995; *M. majora* (Kubo, 1936); *M.* aff. *majora* Guinot & Richer de Forges, 1995.

Moloha acutispina

Japan

Honshu Island, Province Mie (Mie-ken), Wagu, 34°04'N-136°51.3'E, 30 m, Yamashita coll. et leg., 10.11.1979, det. *Paromola acutispina* 1 ♀ 37 x 25 mm (MNHN-B24804). - ? Nagashima, Mie Prefecture, Sakai det. (1976) *Paromola acutispina* et leg., 07.12.1990: 1 ♂ poorly preserved (MNHN-B4444).

Moloha alisae

Seychelles

CEPROS: Stn. 3, 4°34.7'S-56°25.6'E, 390-410 m, 22.10.1987, Intès coll.: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B20289).

Moloha majora

Philippines

PANGLAO 2005: Stn. CP2332, 9°38.8'N-123°45.9'E, 418-477 m, 22.05.2005, ex ZRC: 1 ♀ 15 x 12 mm (MNHN-B31914). - Local fishermen coll., Richer de Forges det. 2005, ex ZRC: 1 ♂ 65 x 55 mm (MNHN-B31913).

Japan

Shikoku Island, Kochi Pref., Muroto City, Mitsu, Matsuzawa coll., Sakai det. *Paromola alcocki* et leg., 07.12.1990: 1 ♂ 60 x 47 mm; 2 ♀ (MNHN-B24443). - Sagami Bay, 180-200 m, 10.04.1989, Ikeda coll., det. *Paromola alcocki*, and leg.: 1 ♂ 51 x 38 mm; 1 ovig. ♀ 50 x 35 mm (MNHN-B24798). - Hayama, 200 m, 05.1989, Ikeda coll., det. *Paromola alcocki* and leg.: 1 ♂ 40 x 30 mm, 1 ♂ 60 x 45 mm (MNHN-B24799).

Moloha aff. *majora*

New Caledonia

Pines Islands, 120 m, 30.04.1985, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 67 x 50 mm (MNHN-B20104).

BIOCAL: Stn. CP105, 21°30.7'S-166°21.7'E, 330-335 m, 08.09.1985: 1 ovig. ♀ 46 x 35 mm (MNHN-B13807).

LITHIST: Stn. CP16, 23°43.2'S-168°16.2'E, 379-391 m, 12.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 60 x 45 mm, 1 ♂ 55 x 40 mm (MNHN-B30907).

French Polynesia

Marquesas Islands

Stn. 198, 10°29.4'S-138°40.9'W, 250 m, 11.09.1989, Guinot & Richer de Forges det. 1990: 1 ♀ 50 mm x 44 mm (MNHN-B24269) (Fatu-Hiva). - Stn. 198, 10°29.4'S-138°40.9'W, 270 m, 11.09.1989, Poupin coll.: 1 ovig. ♀ 54 x 40 mm (MNHN-B24269).

Type locality: Algoa Bay, Bird Island Lighthouse, 73 m, ("*Pieter Faure*", Stn. 18509).

Emended diagnosis: Medium to large size. Dorsal surface of carapace strongly spiny; margins of carapace smooth or slightly granulate (*H. acutispina*, *M. faxoni*) or with numerous pointed spines (*M. alcocki*, *M. majora*, *M. alisae*, *M. grandperrini*); subhepatic region strongly inflated, with some strong spines of which the anterior one well developed. Anterolateral margin short, with one strong spine directed upward. Posterolateral margin elongate, with two-three strong spines (the third one smaller) directed upward. Rostrum elongate, thick, straight or slightly directed upward; pseudorostral spines elongate (twice as long as rostrum) divaricated, thick, directed upward; pseudorostral spines with a small lateral spine inserted distally on outer margin, sometimes a tubercle at the proximal part; infraorbital spine strong. Cervical groove well developed, oblique, crossing directly carapace margins, delimiting inferior subhepatic region; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove straight, crossing carapace margins at base of anterolateral spine. Gastric pits deep. *Linea homolica* sinuous, well evident for entire length of carapace, crossing space between pseudorostral, first subhepatic spines, ending at base of infraorbital spine. Orbit not well developed. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite thicker, with fairly flat cornea. Podophthalmite located in small concavity between pseudorostral, infraorbital spines. Antennulae: article 1 longer than broad; article 2 cylindrical, very elongate. Antennae: article 1 with one large urinal tubercle; articles 2-3 cylindrical, elongate, unarmed; article 4 long, slender (two times length of previous article). Proepistome forming a thick raised median ridge. Epistome well developed, delineated; laterally two thick vertical bulges. Endostome well separated from epistome by a raised straight ridge, interrupted medially by a fissure; endostomial ridge ending anteriorly at a point, may be spiny, or with a well marked angle. Antennal, buccal spines strong. Mxp3 pediform. Cheliped with chela weak in juvenile male and extremely elongate in adult male; articles becoming very elongate in older male (P1 merus as long as P2 merus); P1 propodus becoming very thick, elongate, subcylindrical; P1 dactylus elongate, narrow. P2-P4 well developed, with merus flat, having numerous spines on both margins; P5 fairly strong; P5 merus long, with its distal spinule nearly, reaching or even projecting beyond base of pseudorostral spines; P5 merus smooth on both margins (*H. acutispina*, *H. faxoni*, *H. majora*) or with some spines on lower margin (*H. alcocki*, *H. alisae*, *H. grandperrini*); P5 carpus elongate; P5 propodus short, more or less curved, thicker in proximal part. Telson inserted between mxp3; mxp3 coxae with indentation avoiding proximal movement of telson; P1 coxa with a tubercle holding the abdomen; one tubercle on P2-P3 not functional; hb well developed.

Female thoracic sternum: longer than broad, enlarged, completely covered laterally by abdomen; 1- 2 fused into narrow, elongate, triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge strong, concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from large hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, with sinuous course centrally, strongly curved backward distally; crenulate process of 6/7 lateral part strongly developed. Spermatheca occupying about two/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, elongate, very enlarged; 7 with narrow, arc-shaped, whitish m7; 8 with wider arc-shaped, brownish marginal m8; membranous area supported medially by strong r8 and anteriorly by thin r7, with a very small bulge. D2-d3 deep. Hb short, relatively raised, with crenulate surface. E3 short, stocky, with gmxp3 deep; e4 straight, stocky, with g1 wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 not joined together in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into narrow, elongate, triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, slightly restricted at level of 4, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge strong, concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from large hollow depression in 3; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, slightly curved centrally, strongly inclined backward distally; crenulate process of 6/7 lateral part strongly developed; 7/8 complete, slightly curved centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 deep. Hb elongate, stron-

gly raised, with crenulate surface. E3 short, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 stocky, slightly inclined backward, with g1 wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; lower margins of 8 joined together by a very short median line in the proximal part.

Genus *Paromola* Wood-Mason & Alcock, 1891
Plate14

Type species: *Dorippe cuvieri* Risso, 1816, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *P. bathyalis* Guinot & Richer de Forges, 1995; *P. crosnieri* Guinot & Richer de Forges, 1995; *P. cuvieri* (Risso, 1816); *P. japonica* Parisi, 1915; *P. macrochira* Sakai, 1961; *P. rathbunae* Porter, 1908.

Included fossil species: *P. vetula* Crawford, 2008.

Paromola bathyalis

Vanuatu

MUSORSTOM 8: Stn. CAS998, 18°53.13'S-168°57.56'E, 440 m, 24.09.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 55 x 35 mm (MNHN-B31029).

New Caledonia

AZTÈQUE: Stn. 6, 23°37.9'S-167°42.5'E, 425-470 m, 14.02.1990: 1 ♂ 30 x 20 mm, 1 ♂ 40 x 30 mm, 1 ♂ 45 x 35 mm (MNHN-B24553) (Ride de Norfolk, Aztèque coral reef).

BATHUS 1: Stn. CP709, 21°41.78'S-166°37.88'E, 650-800 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 80 x 60 mm (MNHN-B).

BATHUS 2: Stn. CP738, 23°02.09'S-166°56.61'E, 558-647 m, 13.05.1993: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B30986). - Stn. CP735, 23°01.77'S-166°56.10'E, 530-570 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 18 x 13 mm (MNHN-B31088). - Stn. CP738, 23°02.09'S-166°56.61'E, 558-647 m, 13.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm, 1 ♂ 15 x 12 mm (MNHN-B31085).

BATHUS 3: Stn. DW819, 23°45'S-168°16'E, 478-486 m, 28.11.1993: 1 ♂ 30 x 20 mm, 1 ♂ 55 x 40 mm, 1 ♀ 45 x 35 mm (MNHN-B31084). - Stn. CP823, 23°23'S-167°52'E, 980-1,000 m, 29.11.1993: 1 ♀ 50 x 40 mm (MNHN-B31071). - Stn. CP846, 23°03'S-168°58'E, 500-514 m, 01.12.1993, Bouchet, Richer, Warén coll.: 3 ♂ 18 x 12 mm (MNHN-B31086).

BERYX 2: Stn. 5, B Mount, 24°54.40'S-168°21.60'E, 535-545 m, 24.10.1991: 3 ♂ 75 x 55 mm (MNHN-B24789).

BERYX 11: Stn. CP07, 24°53'S-168°21'E, 510-550 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B30253). - Stn. CH49, 23°45'S-168°17'E, 400-460 m, 21.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B31032). - Stn. CP31, 23°39'S-167°44'E, 430-440 m, 18.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B31078). - Stn. CP32, 23°38'S-167°43'E, 420-460 m, 18.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 35 x 25 mm, 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B31035). - Stn. CH02, 24°57'S-168°21'E, 505-600 m, 14.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B31037). - Stn. CH29, 23°40'S-167°44'E, 440-480 m, 18.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 60 x 45 mm (MNHN-B31072). - Stn. CH50, 23°48'S-168°17'E, 420-480 m, 21.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 80 x 60 mm (MNHN-B31074). - Stn. CP08, 24°54'S-168°21'E, 540-570 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 80 x 60 mm (MNHN-B31076). - Stn. CP31, 23°39'S-167°44'E, 430-440 m, 18.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 110 x 70 mm (MNHN-B31038). - Stn. CP07, 24°55'S-168°21'E, 510-550 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 80 x 60 mm (MNHN-B31073). - Stn. CP 08, 24°54'S-168°21'E, 540-570 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 6 mm (MNHN-B31076). - Stn. CH03, 24°57'S-168°21'E, 502-610 m, 14.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 20 x 15 mm (MNHN-B31080). - Stn. CH04, 24°53'S-168°22'E, 550-920 m, 14.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31081).

CHALCAL 2: Stn. CC1, 24°54.96'S-168°21.91'E, 500 m, 28.10.1986: 7 ♂ from 58 x 43 mm to 21 x 14 mm, 1 ♂ juv. (MNHN-B19898). - Stn. CC2, 24°55.48'S-168°21.29'E, 500 m, 28.10.1986: 6 ♂ from 108 x 83 mm to 50 x 35 mm (MNHN-B19870). - Stn. CH7, 24°55.5'S-168°21.1'E, 494 m, 28.10.1986: 4 ♂ from 34 x 23 mm to 106 x 92 mm, 1 ♀ 54 x 40 mm, 1 ovig. ♀ 75 x 57 mm (MNHN-B19900). - Stn. CP25, 23°38.6'S-167°43.12'E, 418 m, 30.10.1986: 1 ♂ 39 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 54 x 40 mm (MNHN-B19896). - Stn. DW72, 24°54.5'S-168°22.3'E, 527 m, 28.10.1986: 1 ♂ 17 x 11 mm, 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B19881). - Stn. DW74, 24°40.36'S-168°38.38'E, 650 m, 29.10.1986: 1 juv. ♂ 6 x 4 mm (MNHN-B19903). - Stn. DW76, 23°40.5'S-167°45.2'E, 470 m, 30.10.1986: 1 ♂ 24 x 16 mm, 1 juv. ♂ 12 x 8 mm (MNHN-B19895).

LITHIST: Stn. CP02, 23°37.1'S-167°41.1'E, 442 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 50 x 35 mm (MNHN-B30254). - Stn. CP08, 24°54.2'S-168°21.3'E, 540 m, 11.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm, 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B31034). - Stn. DW04, 23°38.4'S-167°43.1'E, 419-440 m, 10.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 55 x 40 mm, 1 ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B31030). - Stn. DW07, 24°55.4'S-168°21.6'E, 504-530 m, 11.08.1999, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31093). - Stn. CP07, 24°55'S-168°21'E, 510-550 m, 15.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 110 x 90 mm (MNHN-B). - Stn. CH04, 24°53'S-168°22'E, 550-920 m, 14.10.1992, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 100 x 85 mm, 1 ♀ 65 x 50 mm, 1 ♀ 80 x 60 mm, 1 ♀ 85 x 65 mm, 2 ovig. ♀ 70 x 55 mm (MNHN-B).

MUSORSTOM 4: Stn. CP198, 18°49.4'S-163°18.8'E, 588 m, 20.09.1985: 1 juv. ♂ 21 x 15 mm (MNHN-B13806).

NORFOLK 1: Stn. CP1660, 23°37'S-167°41'E, 463-470 m, 20.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 1 ♂ 18 x 14 mm, 1 ♂ 60 x 45 mm (MNHN-B31075). - Stn. DW1701, 24°40'S-168°39'E, 564-586 m, 24.06.2001, Lozouet, Boisselier, Richer coll.: 3 juv. ♂ 16 x 12 mm (MNHN-B31082).

NORFOLK 2: Stn. DW2024, 23°28'S-167°51'E, 370-371 m, 21.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 40 x 30 mm (MNHN-B31033). - Stn. DW2087, 24°56'S-168°22'E, 518-586 m, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 juv. ♂ 12 x 8 mm, 1 ♂ 35 x 25 mm, 1 ♀ 50 x 35 mm (MNHN-B30986). - Stn. CP2030, 23°39'S-167°44'E, 440 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer

coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31092). - Stn. DW2084, 24°52'S-168°22'E, 28.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31079). - Stn. CP2050, 23°42'S-168°16'E, 377 m, 24.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31083). - Stn. CP2029, 23°39'S-167°44'E, 438-445 m, 22.10.2003, Lozouet, Samadi, Richer coll.: 1 ♂ 95 x 75 mm (MNHN-B).

SMIB 2: Stn. DW10, 22°55'S-167°16'E, 490-495 m, 18.09.1986: 1 ♂ 39 x 27 mm (MNHN-B19894).

SMIB 3: 1 juv. ♂ 8 x 6 mm (MNHN-B24308). - Stn. CP4, 24°55'S-168°21.5'E, 530 m, 20.05.1987: 1 ♀ 25 x 18 mm (MNHN-B24309). - Stn. DW6, 24°56.4'S-168°21.2'E, 505 m, 21.05.1987: 1 ♂ 38 x 27 mm (MNHN-B20175). - Stn. DW7, 24°54.65'S-168°21.3'E, 505 m, 21.05.1987: 3 ♂ 28 x 19 mm, 25 x 17 mm, 27 x 17 mm (MNHN-B20174). - Stn. DW13, 23°37.5'S-167°41'E, 448 m, 22.05.1987: 1 ♂ 59 x 43 mm (MNHN-B20177).

SMIB 4: Stn. DW34, 24°55'S-168°22'E, 515 m, 07.03.1989: 1 ♂ 28 x 20 mm (MNHN-B24268). - Stn. DW36, 24°55.6'S-168°21.7'E, 530 m, 07.03.1989: 1 ♂ 35 x 24 mm (MNHN-B24267). - Stn. DW37, 24°54.5'S-168°22.3'E, 540 m, 07.03.1989: 3 ♂ 41 x 30 mm, 26 x 18 mm, 20 x 14 mm (MNHN-B24265). - Stn. DW38, 24°54.5'S-168°22'E, 510 m, 07.03.1989: 1 ovig. ♀ 65 x 48 mm (MNHN-B24264). - Stn. DW39, 24°56.2'S-168°21.5'E, 560 m, 07.03.1989: 1 ♂ 50 x 36 mm (MNHN-B24266).

SMIB 8: Stn. DW152, 24°54.3'S-168°22.2'E, 514-530 m, 27.01.1993: 3 ♂ 20 x 15 mm (MNHN-B31090). - Stn. DW200, 22°59.2'S-168°20.2'E, 514-525 m, 02.02.1993: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31091). - Stn. DW148, 24°55.1'S-168°21.6'E, 510 m, 27.01.1993: 1 juv. ♂ 11 x 9 mm (MNHN-B31087).

SMIB 10: Stn. DW215, 24°56'S-168°21'E, 508-553 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31031). - Stn. DW206, 24°56'S-168°21'E, 548-555 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 55 x 40 mm (MNHN-B31039). - Stn. DW210, 24°49'S-168°09'E, 308-510 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm, 1 ♂ 35 x 25 mm (MNHN-B31036). - Stn. CAP213, 24°56'S-168°21'E, 520-590 m, 11.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 45 x 35 mm, 1 ♂ 55 x 45 mm, 1 ♂ 65 x 50 mm (MNHN-B31077). - Stn. DW207, 24°57'S-168°21'E, 508-553 m, 10.01.1995, ORSTOM coll.: 1 ♂ 25 x 20 mm (MNHN-B31089).

Loyalty Islands

03.03.1977, 400 m: 1 ♀ 70 x 53 mm (MNHN-B13804).

Fiji Islands

BORDAU 1: Stn. CP1433, 17°20'S-178°43'W, 488-500 m, 02.03.1999, Bouchet, Warèn, Richer coll.: 1 ♀ 80 x 60 mm (MNHN-B).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. DW1517, 21°21'S-175°07'W, 342 m, 01.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 70 x 50 mm (MHN B31028).

Paromola crosnieri

Madagascar

"Vauban": Stn. 39: 12°46.5'S-48°10.4'E, 495-500 m, 15.09.1972, Crosnier coll.: 1 ♂ 90 x 71 mm (MNHN-B7034).

Paromola cuvieri

"Talisman" 71: 29°39'S-18°18'E, 640 m: 1 ♀ 15 x 12 mm (MNHN-B25266).

"Chapelle Bay": 46°58'N-5°11'W, 27.07.1921: 1 ovig. ♀ 55 x 45 mm (MNHN-B13765).

Paromola japonica

Taiwan

Ilan County: 23.05.1998, Ng & Huang det. 1998, Chan leg. 1998: 1 ♀ 65 x 50 mm (MNHN-B 26319).

Japan

Sagami Bay, Sakai det. et leg. 1981: 1 ♂ 62 x 50 mm (dry specimen) (MNHN-B7159).

Hawaii

Raita Bank: 25°30'N-169°30'W, from the NOAA Research vessell *"Townsend Cromwell"*, Cr. TC81-04, Stn. 80, 463 m, 16.08.1981, det. *Thelxiope japonica*, National Museum Fisheries and Bishop Museum leg.: 3 ♂ 50 x 40 mm, 46 x 34 mm, 41 x 30 mm (MNHN-B20618).

Type locality: France (Nice).

Emended diagnosis: Medium-large size. Dorsal surface of carapace strongly spiny or granulate; subhepatic region inflated, with numerous spines, the anterior one stronger than the others, directed upward. Anterolateral margin short, with one strong spine directed upward. Posterolateral margin elongate, with at least three main strong spines directed upward, sometimes with row of small spines. Rostrum elongate, thick, straight, slightly directed upward; pseudorostral spines short (*P. macrochira*) or elongate (*P. cuvieri*, *P. rathbunae*, *P. japonica*, *P. crosnieri*, *P. bathyalis*); pseudorostral spines without supplementary spines (*P. cuvieri*, *P. macrochira*) or with supplementary spines (*P. rathbunae*, *P. japonica*, *P. crosnieri*, *P. bathyalis*). Infraorbital spine strong, directed upward. Protogastric spine strong, directed upward. Cervical groove well marked, oblique, crossing directly on carapace margins, delimiting inferiorly subhepatic region; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove oblique, interrupted medially, crossing on carapace margins. *Linea homolica* sinuous, well evident, developed for entire length of carapace, stopping at base of infraorbital spine. Gastric pits deep. Orbit not well marked. Eye: basophthalmite elongate, narrow; podophthalmite short, rounded. Podophthalmite crossing between pseudorostral, infraorbital spines. Antennulae: article 1 as long as broad; articles 2-3 cylindrical, elongate. Antennae: article 1 with very elongate urinal tubercle; articles 2-3 smooth, with one distal spine on inner margin (*P. macrochira*, *P. crosnieri*), or tuberculate, with one proximal ridge and strong distal spine (*P. japonica*) or at least three spines on both inner margin and outer margins (*P. bathyalis*). Proepistome forming a raised ridge, with one spine more or less developed; small lateral swellings well developed. Epistome very wide. Endostome far from proepistome; anterior margin of buccal area formed by two ridges joining medially; prostomial chamber present. Antennal spine strong directed downward. Buccal spine strong. Mxp3 pediform, with merus with distal extremity joining endostomial ridge. Cheliped very elongate, strong in male, longer than P2; P1 propodus elongate, with dactylus thick. P2-P4

very elongate, strong with merus subcylindrical, thick, dactylus short; P2-P4 merus strongly tuberculate, spiny (*P. cuvieri*, *P. rathbunae*, *P. japonica*, *P. crosnieri*, *P. bathyalis*) or weakly ornamented, with only some tubercles, spines in proximal part (*P. macrochira*); P2-P5 merus with distal spine short or rounded (*P. macrochira*, *P. crosnieri*) or strongly elongate (*P. cuvieri*, *P. rathbunae*, *P. japonica*, *P. bathyalis*); P5 very elongate, with merus not reaching gastric pits (*P. rathbunae*, *P. japonica*) or extending beyond gastric pits on dorsal surface of carapace (*P. cuvieri*, *P. macrochira*, *P. crosnieri*, *P. bathyalis*); subcheliform process simple, with propodus very short, incurved. Abdominal holding system strongly developed in male; telson with its distal extremity well inserted into mxp3; hb well evident, with one ridge on sternal plate, corresponding to one deep notch on abdominal somite 6.

Female thoracic sternum: longer than broad, very narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, restricted at level of 4, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge weak, convex, at connecting point of 2-3, dividing central depression from small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, almost straight centrally, strongly curved backward distally; crenulate process of 6/7 lateral parts strongly developed. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, elongate, relatively narrow; 7 with arc-shaped narrow, whitish m7; 8 with narrow whitish marginal m8; membranous area supported medially by strong r8, having a small bulge, and anteriorly by thin r7. D2-d3 deep. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 straight, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 straight, stocky with, g1 wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); 7 with strong median ridge; lower margins of 8 joined by a very short median line in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, very narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression strongly curved, slightly restricted at level of 4, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge strong, convex, at connecting point of 2-3, dividing central depression from a very small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, almost straight centrally, strongly inclined backward distally; crenulate process of 6/7 lateral parts strongly developed; 7/8 complete, straight centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 deep. Hb elongate, strongly raised, with crenulate surface. E3 straight, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 straight, stocky with g1 wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); 7 with strong median ridge; lower margins of 8 joined together by a very short median line in the proximal part.

Genus *Paromolopsis* Wood-Mason & Alcock, 1891
Plate 15

Type species: *Paromolopsis boasi* Wood-Mason & Alcock, 1891, by monotypy; gender feminine.

Included extant species: *P. boasi* Wood-Mason & Alcock, 1891.

Included fossil species: *P. piersoni* Schweitzer, Nyborg, Feldmann & Ross, 2004.

Paromolopsis boasi

Comoros Islands

BENTHEDI (*"Mayotte"*): Stn. 61F, 12°46'S-44°58'E, 450 m, 29.03.1977: 1 ovig. ♀ 33 x 30 mm (MNHN-B19886).

Réunion

"Marion Dufresne", MD32: Stn. CA76.21°16'S-57°17.6'E, 700-750 m, 25.08.1982: 1 ♀ 29 x 27 mm, 1 ♀ 32 x 30 mm (MNHN-B10536). - MD32, CP181, 410-480 m, 09.09.1982: 1 ♂ 38 x 30 mm (MNHN-B10537). - 350-500 m, 02.02.1974, 2 ♀ 30 x 28 mm, 1 ♀ 35 x 30 mm (MNHN-B6986).

Madagascar

"Mascareignes III": Stn. 24, 22°30.5'S-43°07'E, 430-460 m, 13.01.1986, Cleva coll.: 1 ♀ 37 x 34 mm (MNHN-B17106). - Stn. 25, 22°23.5'S-43°05'E, 500-520 m, 15.01.1986: 1 ♂ 36 x 30 mm, 1 ♀ 35 x 33 mm (MNHN-B17105). - Stn. 29, 22°16.5'S-43°04.7'E, 450 m, 16.01.1986: 1 ♂ 45 x 39 mm (MNHN-B17107). - Stn. 37, 22°18.2'S-43°04.8'E, 450-475 m, 21.06.1986: 1 ♂ 32 x 28 mm, 1 ♂ 40 x 38 mm (MNHN-B17108). - Stn. 74, 22°26'S-43°03'E, 540 m, von Cosel coll., 23.10.1986: 1 ♀ 35 x 28 mm (MNHN-B22384). - Stn. 81, 22°22.8'S-43°03.3'E, 525 m, 25.10.1986: 1 ♀ 35 x 32 mm (MNHN-B18866). - Crosnier det.: 1 ♂ 38 x 35 mm (MNHN-B12359). - P3 Trawling 21, 12°27.8'S-48°12.5'E, 600-605 m, 19.01.1972, Crosnier coll.: 1 ovig. ♀ 30 x 28 mm (MNHN-B12360). - P3 Trawling 29, 12°43.1'S-48°11.1'E, 540 m, 13.09.1972, Crosnier coll.: 1 ♀ 30 x 28 mm (MNHN-B12358). - P3 Trawling 23, 12°26.2'S-48°13.0'E, 600-605 m, 19.01.1972, Crosnier coll.: 1 ♂ 27 x 25 mm (MNHN-B6991). - Trawling 60, 23°36.5'S-43°28.8'E, 710 m, 27.02.19 73, Crosnier coll.: 1 ♀ 40 x 38 mm (MNHN-B12357). - Stn. 120, 22°07.1'S-43°02.1'E, 620 m, 29.11.1986: 1 ♂ 48 x 41 mm, 1 ♀ 34 x 30 mm (MNHN-B18857).

Indonesia

KARUBAR: Stn. CC10, 05°21'S-132°30'E, 329-389 m, 23.10.1991: 1 ♀ 24 x 21 mm; 1 ovig. ♀ 43 x 40 mm (MNHN-B22498) (Kai Islands). - Stn. CC41, 07°45'S-132°42'E, 401-393 m, 28.10.1991: 3 ♀ 25.4 x 22.3 mm, 23.2 x 21 mm, 14 x 12.5 mm (POLIPI, ex MNHN-B22499) (Tanimbar Islands). - Stn. CC42, 07°53'S-132°42'E, 350-354 m, 28.10.1991: 1 ♂ 24.2 x 21.7 mm (POLIPI, ex MNHN-B22504) (Tanimbar Islands). - Stn. CP59, 08°20'S-132°11'E, 399-405 m, 31.10.1991: 1 ♀ 26.4 x 22.4 mm (USNM, ex MNHN-B22503) (Tanimbar Islands). - Stn. CP70, 08°41'S-131°47'E, 410-413 m, 02.11.1991: 2 ♀ 33.7 x 30 mm, 25 x 22.6 mm; 1 ♀ 25 x 23 mm; 1 ovig. ♀ 41 x 38 mm (MNHN-B22501) (Tanimbar Islands). - Stn. CP75, 08°46'S-131°36'E, 451-452 m, 03.11.1991: 1 ♀ 38.4 x 33.2 mm (POLIPI, ex MNHN-B22502) (Tanimbar Islands). - Stn. CP77, 08°57'S-131°27'E, 346-352 m, 03.11.1991: 1 ♂ 44 x 39 mm (MNHN-B22500) (Tanim-

bar Islands). - Stn. CP78, 09°06'S-131°24'E, 284-295 m, 03.11.1991: 1 ♂ 11.6 x 10 mm (MNHN-B22505) (Tanimbar Islands). - Stn. CP69, 08°42'S-131°53'E, 356-368 m, 02.11.1991: 3 ♂ 38 x 38 mm, 30 x 27 mm, 24 x 21.3 mm, 1 ♀ 29 x 26 mm (MNHN-B22497) (Tanimbar Islands).

Philippines

MUSORSTOM 1: Stn. CP50, 13°19.2'N-120°01.8'E, 415-510 m, 25.03.1976: 2 ♂ 20 x 17.2 mm, 21.4 x 19 mm (MNHN-B13850). - Stn. CP66, 14°00.6'N-120°20.3'E, 178-195 m, 29.11.1980: 1 ♂ 32 x 32 mm (MNHN-B13899).

Australia

"Soela": Cr. 6, Stn. 80, 17°02'S-151°03'E, 700 m, 06.12.1985, Davie coll., det. et leg.: 1 ♂ 33 x 28 mm (MNHN-B20553) (NE Queensland). - Stn. 87, 17°06'S-150°52'E, 606-610 m, 06.12.1985, Davie coll., det. et leg.: 1 ovig. ♀ 30 x 27 mm (MNHN-B20574) (NE Queensland).

Solomon Islands

SALOMON 1: Stn. CP1783, 8°32.8'S-160°41.7'E, 399-700 m, 29.09.2001, Bouchet, Dayrat, Warén, Richer coll.: 1 ♂ 25 x 23 mm (MNHN-B30870).

SALOMON 2: Stn. CP2245, 7°43.1'S-156°26.0'E, 582-609 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♂ 27 x 24 mm (MNHN-B30856). - Stn. CP2214, 7°41.6'S-157°43.8'E, 550-682 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♂ 30 x 27 mm (MNHN-B30863). - Stn. CP2264, 7°52.4'S-156°51.0'E, 515-520 m, 01.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♂ 33 x 25 mm (MNHN-B30861). - Stn. CP2262, 7°56.4'S-156°51.2'E, 460-487 m, 03.11.2004, Bouchet, Warén, Samadi coll.: 1 ♂ 19 x 17 mm (MNHN-B30872).

New Caledonia

BATHUS 1: Stn. CP658, 21°13.45'S-165°55.12'E, 518-580 m, 12.03.1993: 2 ♂ 29 x 26 mm (MNHN-B24776). - Stn. CP709, 21°41.78'S-166°37.88'E, 650-800 m, 19.03.1993: 1 ♂ 25 x 24 mm (MNHN-B24775). - Stn. CP658, 21°13.45'S-165°55.12'E, 515-580 m, 12.03.1993, Richer de Forges coll.: 2 ♂ 22 x 20 mm (MNHN-B30869). - Stn. CP708, 21°43.05'S-166°38.57'E, 550-580 m, 19.03.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 22 x 20 mm (MNHN-B30873).

BATHUS 2: Stn. CP771, 22°09.52'S-166°01.75'E, 610-800 m, 18.05.1993, Richer de Forges coll.: 2 ♂ 30 x 28 mm (MNHN-B30854). - Stn. CP741, 22°35.53'S-166°26.56'E, 14.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 13 x 12 mm, 1 ovig. ♀ 34 x 30 mm (MNHN-B30857). - Stn. CP764, 22°09.41'S-166°02.93'E, 560-570 m, 17.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 13 x 12 mm, 1 ♂ 34 x 30 mm, 1 ovig. ♀ 35 x 32 mm (MNHN-B30862). - Stn. CP762, 22°18.86'S-166°09.78'E, 620-700 m, 16.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 40 x 35 mm (MNHN-B30864). - Stn. CP743, 22°35.56'S-163°26.23'E, 713-950 m, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 27 x 25 mm (MNHN-B30865). - Stn. CP762, 22°18.9'S-166°09.8'E, 620-700 m, 16.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 13 x 11 mm (MNHN-B30879). - St CP771, 22°09.52'S-166°01.75'E, 610-800 m, 18.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 13 x 11 mm (MNHN-B30875). - Stn. CP766, 22°10.04'S-166°01.73'E, 650-724 m, 17.05.1993, Richer de Forges coll.: 1 ♀ 22 x 21 mm, 1 juv. ♂ 10 x 9 mm (MNHN-B30874).

BATHUS 3: Stn. CC848, 23°02'S-166°53'E, 680-700 m, 01.12.93, Bouchet, Richer, Warén coll.: 1 ovig. ♀ 34 x 32 mm, 1 ♀ 25 x 24 mm, 1 ♂ 25 x 24 mm (MNHN-B30867).

BATHUS 4: Stn. CP911, 18°57.80'S-163°08.47'E, 558-566 m, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 40 x 34 mm (MNHN-B30859). - Stn. CP900, 20°16.74'S-163°50.06'E, 580 m, 03.08.1991, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 34 x 28 mm (MNHN-B30868). - Stn. CP950, 20°31.93'S-164°56.11'E, 10.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 37 x 29 mm (MNHN-B30866). - Stn. CP948, 20°33.13'S-164°57.03'E, 533-610 m, 10.08.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 14 x 12 mm (MNHN-B30880). - Stn. CP893, 21°01'S-164°27'E, 600-620 m, 02.08.1994, Richer de Forges coll.: 2 juv. ♂ 13 x 11 mm (MNHN-B30877).

HALIPRO 1: Stn. CP866, 21°26.910'S-166°17.229'E, 500-600 m, 22.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 27 x 24 mm (MNHN-B24858). - Stn. CP850, 21°43.626'S-166°39.442'E, 541-580 mm, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 8 mm (MNHN-B24859). - Stn. CH872, 23°02'S-166°52'E, 620-700 m, 30.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 34 x 32 mm (MNHN-B30855). - Stn. CH873, 23°01'S-166°53'E, 640-680 m, 30.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 35 x 32 mm, 1 ovig. ♀ 37 x 34 mm (MNHN-B30858). - Stn. CP854, 21°40'S-166°38'E, 650-780 m, 19.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 40 x 35 mm (MNHN-B30860). - Stn. CP869, 21°14'S-166°55'E, 450-490 m, 23.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 juv. ♂ 10 x 9 mm (MNHN-B30876). - Stn. CP867, 21°26'S-166°18'E, 720-950 m, 22.03.1994, Richer de Forges coll.: 1 ♂ 16 x 15 mm (MNHN-B30871).

Chesterfield Islands

MUSORSTOM 5: Stn. CC366, 19°45.40'S-158°45.62'E, 650 m, 19.10.1986: 1 ♂ 26 x 24 mm (MNHN-B19887). - Stn. CC383, 19°40.85'S-158°46.10'E, 600-615 m, 21.10.1986: 1 ♀ 33 x 30 mm (MNHN-B19888).

Tonga Islands

BORDAU 2: Stn. CP1640, 21°09'S-175°24'W, 564-569 m, 21.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 13 x 11 mm (MNHN-B30881). - Stn. CP1556, 20°11'S-174°45'W, 589-591 m, 07.06.2000, Bouchet, Warén, Richer coll.: 1 juv. ♂ 11 x 10 mm (MNHN-B30878).

Type locality: Andaman Islands (N Sentinel Island), 846 m.

Emended diagnosis: Medium-large size. Carapace flat, enlarged at level of branchial area; lateral margins carinate; sides thin, inclined; subhepatic regions not visible dorsally, slightly raised, spineless. Regions of carapace smooth. Anterolateral spine strong, directed forward. Anterolateral margin short, spineless. Posterolateral margin very elongate, spineless. Rostrum grooved without lateral spines, with tip directed upward. Pseudorostral spine very short. Triangular supraorbital spine well developed. Triangular infraorbital spine well developed. Distal tips of pseudorostral, supraorbital, anterolateral spines directed upward. One well developed tubercle, located at junction point of cervical groove and *linea homolica* at level of ocular incision. Cervical groove well marked, joining *linea homolica* in supraorbital region at base of inner margin of anterolateral spine; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove well developed strongly inclined upward, crossing *linea*

homolica, creating an inflection on lateral margin, at the junction of anterolateral and posterolateral margins. *Linea homolica* well developed for entire length of carapace, crossing ocular incision, stopping at base of infraorbital spine. Gastric pits deep. Orbit well marked. Eye: basophthalmite elongate, enlarged at base, located between supraorbital, infraorbital spines; podophthalmite well developed, located completely within the ocular incision between supraorbital, anterolateral spines. Antennulae: article 1 very enlarged as long as broad; articles 2-3 thin, narrow. Antennae: article 1 with very strong urinal tubercle; articles 2-3 short; article 4 longer than articles 2-3; article 5 very short. Proepistome short, with two protuberances well marked on each side. Epistome longer than wide. Antennal, buccal spines absent. Buccal area with strongly carinate anterior margin; a bilobate part over exhalent orifice. Mxp3 subpediform, very narrow, with subrectangular merus. Prostomial chamber deep, broad. Cheliped shorter than P2; cheliped with propodus short. P2-P4 elongate with merus strong, enlarged, dactylus very elongate, thin, incurved distally; P5 very elongate, with merus, incurved extending beyond gastric pits on dorsal surface of carapace, reaching base or tip of anterolateral spine; upper margin of P2 merus with two-three incurved, small spines directed outward, located medially, distally; upper margins of P3-P4 merus with three strong, incurved spines directed outward, located medially, distally; upper margins of P2-P4 merus with one small spine located at distal extremity; lower margins of P2-P4 merus smooth; upper margin of P5 merus smooth, with only one well developed, strong spine, located at distal extremity (twice longer than distal spine of P2-P4); lower margin of P5 merus with three-four strong spines, located medially, distally; P2-P4 carpus, propodus, dactylus spineless. Male abdomen broad, ovoid. Abdominal holding: P1-P3 coxae, with one spinate granule; telson extending to mxp3 base, partially covered by coxae of pereiopods, preventing it from opening; hb strongly crenulate; thoracic sternum with a raised ridge; abdominal pits deep.

Female thoracic sternum: slightly longer than broad, very enlarged, slightly curved, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with flat central depression, e4-e5 slightly raised, e6 flat; ridge weak, almost straight, at connecting point of 2-3, dividing flat central depression from a very small, hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, having a slight sinuous course centrally, slightly curved distally; 6 slightly overlapping 7; 7 slightly overlapping 8. Spermatheca occupying about one/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, rounded, relatively wide; 7 with arc-shaped narrow, brownish m7; 8 with large, whitish, marginal m8; membranous area supported medially by thick r7. D2-d3 relatively flat. Hb short, almost flat, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 shallow; e4 straight, stocky, with g1 shallow; e5 straight, elongate, with g2 shallow; e6 straight, elongate, slightly inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; 7 with median longitudinal ridge well raised; lower margins of 8 joined together by an elongate median line in the proximal part.

Male thoracic sternum: slightly longer than broad, very enlarged, slightly curved, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, short triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with flat central depression, e4-e5 slightly raised, e6 flat; ridge weak, almost straight, at connecting point of 2-3, dividing flat central depression from a very small, hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, with a sinuous course centrally, slightly inclined distally; 6 slightly overlapping 7; 7 slightly overlapping 8; 7/8 complete, curved centrally, strongly inclined backward distally, having wing-shaped distal part enlarged. D2-d3 relatively flat. Hb short slightly raised, with crenulate surface. E3 very short, with gmxp3 shallow; e4 straight, stocky, with g1 shallow; e5 straight, elongate, with g2 shallow; e6 straight, elongate, slightly inclined backward, with g3 shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 shallow; 7 with median longitudinal ridge well raised; lower margins of 8 joined together by an elongate median line in the proximal part.

Genus *Yaldwynopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995
Plate 16

Type species: *Paromola spinimanus* Griffin, 1965, by original designation; gender feminine.

Included extant species: *Y. guinotae* Richer de Forges & Ng, 2007; *Y. saguili* Richer de Forges & Ng, 2007; *Y. spinimanus* (Griffin, 1965).

Yaldwynopsis spinimanus

Japan

Sagami Bay, Ikeda coll.: 1 ♀ 45 x 30 mm, 1 ♂ 45 x 30 mm (MNHN-B24530).

French Polynesia

BENTHAUS: Stn. CAS1916, 27°00.3'S-146°03.6'E, 180 m, 11.11.2002, Richer de Forges coll.: 1 ovig. ♀ 35 x 28 mm (MNHN-B30903).

Type locality: New Zealand (Three Kings Island), 92 m.

Emended diagnosis: Medium size. Dorsal surface of carapace sculptured, spiny, with regions well marked; subhepatic region weakly inflated, with three spines directed forward. Anterolateral margin short, with one elongate spine directed upward. Posterolateral margin elongate, marked by a row of spines (the first elongate, oblique, the others progressively decreased in length). Protogastric region with two elongate spines directed upward. Rostrum short, thick without lateral spines, with distal tip directed upward; pseudorostral spines short, as long as rostrum, without supplementary spines, directed upward; infraorbital spine absent; supraorbital spine elongate, as long as pseudorostral spine. Cervical groove well defined, oblique, crossing carapace margins directly delimiting subhepatic region inferiorly; cervical groove interrupted at level of gastric pits; branchiocardiac groove oblique, marked laterally. Gastric pits deep. *Linea homolica* sinuous, well developed for entire length of carapace, crossing space between supraorbital, first subhepatic spines. Orbit absent. Eye: basophthalmite short, narrow; podophthalmite with narrow proximal part, enlarged distal part. Podophthalmite crossing between supraorbital, antennal spines. Antennulae: article 1 relatively broader

than long; articles 2-3 cylindrical, very elongate. Antennae: article 1 short, with well developed urinal tubercle; articles 2-3 cylindrical, with one anteroexternal spine; article 5 elongate. Proepistome elongate, with one pointed spine, longer than rostrum. Epistome reduced. Endostome located anteriorly; presence of two very strong endostomial ridges; over exhalent orifice, one bilobate shield, well marked by endostomial ridge; endostomial surface largely developed between endostomial ridges, medium axis. Antennal spine elongate, strong. Buccal spine short. Pterygostomial region, margin of carapace with many pointed spines, small spines. Mxp3 pediform, very elongate, narrow, with well developed palp; anterior margin of merus extending largely beyond endostomial ridge; mxp3 with elongate spines particularly on coxa, ischium, merus, propodus. Male cheliped very elongate, strong, largely serrate; dactylus elongate, thin, flat; upper margin of P1 propodus with six-eight spines (*Y. saguili*), ten-twelve spines (*Y. spinimanus*), ten spines (*Y. guinotae*), lower margin of P1 propodus with eleven-twelve spines (*Y. saguili*), ten spines (*Y. spinimanus*), or with eleven spines (*Y. guinotae*); P1 dactylus with one spine (*Y. saguili*), four spines (*Y. guinotae*), or spineless (*Y. spinimanus*). P2-P4 very elongate; P3 merus with a row of six spines on upper margin (*Y. saguili*); upper margin of P3 merus with a row of eight spines *(Y. spinimanus*), or a row of twelve spines (*Y. guinotae*); upper margin of P4 merus with a row of six or seven spines (*Y. saguili*), or a row of eight spines (*Y. spinimanus*, *Y. guinotae*); P5 merus smooth (*Y. spinimanus*, *Y. saguili*), or with two spines on upper margin (*Y. guinotae*); P5 merus joining protogastric area; P5 subcheliform process poorly developed. Male abdomen with six somites plus telson; triple system for locking: 1) both mxp3 coxae with two small spines on inner margin; 2) P1-P3 coxae; 3) hb well developed, with its two parts that hold abdomen strongly against thoracic sternum.

Female thoracic sternum: longer than broad, very narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small, elongate triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression slightly curved, restricted at level of 3-4, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; ridge weak, concave, at connecting point of 3-4, dividing central depression from small hollow depression in 3; ridge weak, concave connected to proximal extremities of 3, dividing small, hollow depression in 3 from small hollow depression in 1-2; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, inclined distally; pointed process of 6/7 lateral parts relatively well-developed. Spermatheca occupying about two/fourth of 7/8: aperture slit-shaped, elongate, enlarged; 7 with arc-shaped, large, whitish m7; 8 with narrow brownish marginal m8; membranous area supported medially by strong r8, anteriorly by thin r7. D2-d3 deep. Hb short slightly raised, with smooth surface. E3 straight, stocky, with gmxp3 deep; e4 straight, stocky, with g1wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with weak median ridge; lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

Male thoracic sternum: longer than broad, very narrow, completely covered laterally by abdomen; 1-2 fused into small triangular shield, with rounded tip; 3-6 fused into single broad plate, longer than wide, with central depression slightly curved, restricted at level of 3-4, e4-e5 strongly raised, e6 slightly raised; 3/4, 4/5, 5/6 indistinct; 6/7 complete, straight centrally, inclined distally; pointed process of 6/7 lateral parts relatively well-developed; 7/8 complete, straight centrally, strongly inclined backward distally, with wing-shaped distal part. D2-d3 deep. Hb elongate, raised, with crenulate surface; e3 straight, stocky, with gmxp3 small, deep; e4 straight, stocky, with g1 wide, shallow; e5 elongate, slightly inclined backward, with g2 wide, shallow; e6 elongate, strongly inclined backward, with g3 wide, shallow; e7 elongate, strongly inclined backward, with g4 wide, shallow; 7 with thinly calcified anteromedian part (not reported in the Plate); lower margins of 8 joined together by a short median line in the proximal part.

DISCUSSION

The investigation of the thoracic sterna of the extant genera of the Homolidae (see the summarizing Plates 17-18) has confirmed the previous observations made by several authors. In fact, in all extant genera, we observe the uniformity of the thoracic sternum, as follows:

1 - the thoracic sternum is always divided in two parts by the complete suture 6/7.

2 - the two parts of the thoracic sternum are usually located in two different planes, the posterior one slightly or strongly inclined and modified, more in the female.

3 - the sternites 1-2 form a narrow, triangular shield inserted between mxp3 coxae, arranged on the same plane as the subsequent sternite 3 or in a different plane.

4 - the sternite 3 is well visible, arranged on the same plane as the subsequent sternites 4-6.

5 - the sternites 4-6 are fused together, have more or less raised episternites, creating two sterno-coxal depressions on each side of the thoracic sternum at P2-P3, depressions inside which the coxae of the pereiopods may slide.

6 - the sternites 4-6 form a sternal, central plan which is always flat.

7 - the whole thoracic sternum is always covered by the abdomen in its totality.

8 - the sternite 8 is always bent backward.

9 - the median line between the sternites 8 can be present or absent.

10 - the "homolid press button" is always arranged laterally on the sternite 4, having, according to the genus, different orientation, different symmetry, different slope of the outer part of the top, different organisation of the indentation, different orientation of the indentation, and different microstructure (Bouchard, 2000: 168-169).

The investigation of the spermathecae of the extant genera of the Homolidae (see the summarizing Plates 17-18) has also confirmed the previous observations made by several authors. In fact, in all extant genera, we observe the uniformity of the spermatheca, as follows:

1 - the spermatheca (more or less elongate, more or less wide, according to the genera) is always depends on the suture 7/8.

In this investigation, using for the first time the thoracic sternum, G1 and G2, and the spermatheca as diagnostic characters, we have pointed out that *Homola* Leach, 1816 (Leach, 1816), type genus of the Homolidae, is not monophyletic, as already suggested by Guinot & Richer de Forges (1995: 323). Conversely the other genera show a remarkable homogeneity in the organization of the thoracic sternum, G1 and G2, and spermatheca, that strongly supports their monophyly.

Homola appears to be an extremely heterogeneous genus for traditional morphological characters, such as the cervical groove (deep/shallow, continuous/interrupted, straight/oblique, sinuous), the rostrum (simple/bifid), the lateral margin of carapace (one/two anterolateral spines), the size of the body (elongate/wide), and the dorsal surface of carapace (flat/areolated). This heterogeneity is now attested by the distinctive characters of the thoracic sternum, G1 and G2, and spermatheca, detailed in the present study. The observation of these anatomical parts in the species of *Homola* allowed dividing them into three distinct groups. We have considered for each group a sample species, as follows: *H. barbata* (type species of the genus) (Plate 3), *H. orientalis* (Plate 4), and *H. ranunculus* (Plate 5). Evident structural differences are shown by the thoracic sternum (female and male) and the spermatheca (female) of the three sample species.

Homola barbata has in the female a thoracic sternum longer than broad, relatively narrow, restricted at level of 4 with e4 slightly raised, e5-e6 flat, while in the male it is longer than broad, relatively narrow, restricted al level of 4, with e4 slightly raised, with e5-e6 flat.

Homola orientalis has in the female a thoracic sternum longer than broad, enlarged, with e4 slightly raised, e5-e6 flat, while in the male it is longer than broad, markedly narrow, with e4 slightly raised, with e5-e6 flat.

Homola ranunculus has in the female a thoracic sternum longer than broad, very enlarged, with e4-e6 strongly raised, while in the male it is longer than broad, enlarged, with e4-e6 strongly raised.

Homola barbata has the spermatheca occupying about three/fourth of 7/8 with aperture slit-shaped, rounded, very broad; 7 with thin, membranous hinge connected to membranous part of 8; 8 with large, brownish m8, supported medially by strong r8, anteriorly by a strong r7; very broad slit-shaped aperture protected and concealed by a strong, rounded, median lo on inner margin of 7.

Homola orientalis has a spermatheca occupying two/fourth of 7/8 with aperture slit-shaped, rounded, very elongate; 7 with large, whitish m7; 8 with very narrow, brownish m8, supported medially by strong r8 and anteriorly by a weak r7.

Homola ranunculus has a spermatheca occupying about one/fourth of 7/8 with aperture slit-shaped, rounded, relatively enlarged; 7 with large, whitish m7, covering the entire space of external part and supported medially by strong r8.

A further confirmation of the heterogeneity of *Homola* is given when the morphology of G1 and G2 is analysed.

1 - In the males of the species belonging to *Homola*, we can recognise three kind of G1 that allow to assemble the species within three distinct groups: G1 endopodite elongate, with the tip pointed, slightly curved outward (*H. barbata*, *H. minima*); G1 endopodite elongate, with the tip pointed, straight (*H. orientalis*); G1 endopodite elongate, with the tip straight, enlarged (*H. coriolisi*, *H. poupini*, H. *ranunculus*, *H. vigil*).

Since the collection of the MNHN does not house males of *H. dickinsoni* and *H. eldredgei*, we are unable to place them within one of the three above-mentioned groups.

2 - In the males of the species belonging to *Homola*, only the G2 of *H. barbata* bears a vestigial exopodite.

On the basis of the above-mentioned morphological characters, the species of *Homola* could be regrouped, as follows:

1st group: *H. barbata*, *H. minima*

2nd group: *H. orientalis*

3rd group: *H. coriolisi*, *H. dickinsoni*, *H. eldredgei*, *H. mieensis*, *H. poupini*, *H. ranunculus*, *H. vigil*

Since the collection of the MNHN does not has specimens of *H. ikedai*, we are unable to place this species within one of the three above-mentioned groups.

Three remarks are mandatory in view of subsequent studies.

1 - In the female of *H. minima* the shape of the spermatheca is similar to that of *H. barbata*; the male of *H. minima* has the G1 endopodite similar to that of *H. barbata*, but G2 does not bear a vestigial exopodite. As pointed out by Guinot & Richer de Forges (1995: 327), *H. minima* (West Atlantic) has been distinguished from *H. barbata* (Mediterranean Sea) principally for the smaller size of the rare studied specimens; since the diagnostic characters used to distinguish the Atlantic species from the type species are scarse, the discussion as regards to the systematic validity of *H. minima* remains still opened (Guinot, pers. comm., 2009).

2 - Guinot & Richer de Forges (1995: 334), Richer de Forges & Ng (2007: 30; 2008: 6), and Ahyong *et al.* (2009: 80) pointed out that *H. orientalis* is still not settled and it is possible that it is a species complex. In fact, even though the study of thoracic sternum, G1 and G2, and spermatheca of *H. orientalis* specimens from different geographic areas, shows a structural homogeneity, a superficial analysis, i.e. the comparison of the specimens from the type locality (Cebu Island - Philippines) with those from the other localities, has revealed a structural heterogeneity. They concern morphological characters of the carapace, such as more or less pronounced gastric and epigastric spines, more or less developed pseudorostral spines, more or less curved lateral margins of carapace, and more or less developed rostrum. More extensive study of *H. orientalis* could point out the presence of different species or subspecies, located within distinct geographic areas (Garassino, Guinot & Richer de Forges, work in progress).

3 - *H. mieensis* has the structure of thoracic sternum and the shape of the spermatheca similar to those of the other species gathered within the third group. However, the elongate G1 endopodite with the tip pointed, straight resembles that of *H. orientalis*. So more extensive study must be carried out to establish to which group this species belongs (Garassino, Guinot & Richer de Forges, work in progress).

In light of the above-mentioned considerations, we can make three remarks:

1 - the morphological study of thoracic sterna, G1 and G2, and spermathecae has documented the heterogeneity of *Homola*.

2 - *Homola* as now defined could consist of three different groups having morphology distinct from one another; therefore three distinct genera could be distinguished (Garassino, Guinot & Richer de Forges, work in progress).

3 - *Homola sensu stricto* could include the type species *H. barbata* and *H. minima* because they have the morphology of thoracic sternum and spermatheca different from the Atlantic and Indo-Pacific species now placed within the same genus (Garassino, Guinot & Richer de Forges, work in progress).

Finally, this investigation has pointed out that the combination of the three characters, thoracic sternum, G1 and G2, and spermatheca, is a good and valid criterion at generic level - as proved by *Homola* - which can be applied to the study of different brachyuran families, as already used by some authors (e. g. Guinot, 1976, 1979, 2008; Guinot & Tavares, 2003; Castro, 2007).

Acknowledgements

I wish to thank D. Defaye, Département Milieux et peuplements aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for permission to study the specimens of Homolidae housed in the collections of the Museum, to have approved this project during these last five years (2004-2009), inviting me as invited researcher; R. Cleva, Département des Collections - Crustacés, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for information about the geographic localities of the studied specimens; R. Kebir, Département des Collections - Crustacés, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for the catalogue numbers of all studied specimens; P. Martin-Lefèvre, Département des Collections - Crustacés, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for information with regard to the field research of the studied specimens; A. Crosnier, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for his useful suggestions during my working in progress; D. Guinot, Département Milieux et peuplements aquatiques, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, for careful, useful review, criticism, and above all for supporting and following this project step by step; B. Richer de Forges, Institut de Recherche pour le Développement, Nouméa (IRD), and R. M. Feldmann, Kent State University, Kent (Ohio - United States), for useful review of English language and criticism. Finally, I wish to thank P. K. L. Ng, National University of Singapore, for the loan of two specimens of *Lamoha superciliosa*, useful to complete the diagnosis of this species and L. Eldredge, Bishop Museum, Honolulu (Hawaii), for pictures of ventral parts of *L. histrix*. Drawings and pictures by M. Demma.

REFERENCES

Ahyong S. T., Naruse T., Tan S. H. & Ng P. K. L., 2009 – Infraorder Brachyura: Sections Dromiacea, Raninoidea, Cyclodorippoidea. Part II. In: Crustacean Fauna of Taiwan: Brachyuran Crabs, Volume I. Chan T.-Y., Ng P. K. L., Ahyong S. T. & Tan S. H. (eds.). *National Taiwan Ocean University*.

Beschin C., De Angeli A. & Zorzin R., 2009 – Crostacei fossili del Veneto: una inedita fauna eocenica dei Lessini orientali (Monte Serea di San Giovanni Ilarione, Verona), con descrizione di tre nuove specie. *Bolletino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, Paleontologia 2009*, Verona, 34: 3-26.

Bouchard J.-M., 2000 – Morphologie fonctionelle des systèmes de rétention de l'abdomen chez les brachyoures (Crustacea Decapoda). Microstructure; implications phylogénétiques et systématiques. *Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris. (Unpublished PhD thesis).

Castro P., 2007 – A reappraisal of the family Goneplacidae MacLeay, 1838 (Crustacea, Decapoda, Brachyura) and revision of the subfamily Goneplacinae, with the description of 10 new genera and 18 new species. *Zoosystema*, Paris, 29 (4): 609-774.

Collins J. S. H., 1997 – Fossil Homolidae (Crustacea; Decapoda). *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 24: 51-71.

Collins J. S. H., Schulz B. P. & Jakobsen S. L., 2005 – First record of brachyuran decapods (Crustacea, Decapoda) from Fur Formation (early Eocene) of Mors and Fur Island, Denmark. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, Mizunami, 32: 17-22.

Crawford R. S., 2008 – A new species of fossil homolid crab (Decapoda: Brachyura) from the Río Foyel Formation (Paleogene), Río Negro Province, Argentina. *Journal of Paleontology*, Lawrence, 82 (4): 835-841.

De Angeli A., Garassino A. & Pasini G., in press – New report of brachyurans from the Tyrrhenian (late Pleistocene) of Calabria (S Italy). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Stuttgart.

Feldmann R. M., Tucker A. B. & Berglund R. E., 1991 – Paleobathymetry of decapod crustaceans, Washington. *National Geographic Research and Exploration*, 7: 352-363.

Feldmann R. M., Schweitzer C. E. & Green R. M., 2008 – Unusual Albian (Early Cretaceous) brachyura (Homoloidea: Componocancroidea new superfamily) from Montana and Wyoming, U.S.A. *Journal of Crustacean Biology*, 28 (3): 502-509.

Gordon I., 1950 – Crustacea: Dromiacea. Part I: Systematic account of the Dromiacea collected by the "John Murray" Expedition. Part II: The morphology of the spermatheca in certain Dromiacea. Scientific Reports John Murray Expedition 1933-34. *Order of the Trustees of the British Museum*, London, 9 (3): 201-253.

Grandperrin R., Farman R., Lorance P., Jomessy T., Hamel P., Laboute P., Labrosse P., Richer de Forges B., Seret B. & Virly S., 1997 – Campagne HALIPRO 2 de chalutages profonds dans le sud de la zone économique de Nouvelle-Calédonie (R. V. Tangaroa, 4-28 novembre 1996). *ZoNéCo*.

Guinot D., 1976 – Constitution de quelques groupes naturels chez les Crustacés Décapodes Brachyoures. I. La superfamille des Bellioidea et trois sous-familles de Xanthidae (Polydectinae Dana, Trichiinae de Haan, Actaeinae Alcock). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, série A, Zoologie, 97: 5-298.

Guinot D., 1979 – Données nouvelles sur la morphologie, la phylogenèse et la taxonomie des Crustacés Décapodes Brachyoures. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 112: 1-354.

Guinot D., 2008 – A re-evaluation of the Dynomenidae Ortmann, 1892 (Crustacea, Decapoda, Brachyura, Podotremata), with the recognition of four subfamilies. *Zootaxa*, Paris, 1850: 1-26.

Guinot D. & Bouchard J.-M., 1998 – Evolution of the abdominal holding systems of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema*, Paris, 20 (4): 613-694.

Guinot D. & Richer de Forges B., 1995 – Crustacea Decapoda Brachyura: Révision de la famille des Homolidae de Haan, 1839. In: Résultats des campagnes MUSORSTOM. 13. A. Crosnier (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 163: 283-517.

Guinot D. & Tavares M., 2001 – Une nouvelle famille de Crabes du Crétacé et la notion de Podotremata Guinot, 1977 (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema*, Paris, 23 (3): 507-546.

Guinot D. & Tavares M., 2003 – A new subfamilial arrangement for the Dromiidae de Haan, 1833, with diagnoses and descriptions of new genera and species (Crustacea, Decapoda, Brachyura). *Zoosystema*, Paris, 25 (1): 43-129.

Huang J.-F. & Hsueh P.-W., 1998 – New Records of Two Interesting Deep Water Crabs *Homolochunia gadaletae* Guinot and Richer de Forges, 1995 (Homolidae) and *Rochinia sagamiensis* (Gordon, 1931) (Majidae) (Crustacea: Decapoda: Brachyura), from Taiwan. *Zoological Studies*, 37 (3): 222-225.

Leach W. E., 1816 – A tabular view of the external Characters of Four Classes of Animals, which Linné arranged under INSECTA; with the Distribution of the Genera composing Three of these Classes into Orders, &c. and Descriptions of several New Genera and Species. *Transactions of the Linnean Society of London*, 11 (2): 306-400.

Ng P. K. L., 1998a – *Lamoha*, a replacement name for *Hypsophrys* Wood Mason & Alcock, 1891 (Brachyura, Homilidae), a junior synonym of *Hypsophrys* Agassiz, 1859 (Pisces, Teleostei, Cichlidae). *Crustaceana*, Leiden, 71 (1): 121-125.

Ng P. K. L., 1998b – *Lamoha hystrix*, a new species of deep-water porter crab (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Homolidae) from the Central Pacific. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, Washington, 111 (4): 893-898.

Ng P. K. L. & Chen H.-L., 1999 – On the identities of two Pacific species of deep-water porter crabs, *Hypsophrys longirostris* Chen, 1986, and *Homologenus donghaiensis* Chen, 1986 (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Homolidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, Washington, 112 (4): 759-767.

Ng P. K. L., Guinot D. & Davie P. J. F., 2008 – Systema Brachyurorum: Part 1. An annotated checklist of ex-

tant brachyuran crabs of the world. *Raffles Bulletin of Zoology*, Singapore, Supplement 17: 1-286.

Ng P. K. L. & Wang C.-H., 2002 – Notes on two species of deep-water porter crabs of the genus *Lamoha* (Crustacea: Decapoda: Brachyura: Homolidae) from the Pacific. *Journal of the National Taiwan Museum*, 2001, 54 (2): 13-24.

Richer de Forges B., Bouchet P., Dayrat B., Waren A., Ameziane N. & Antinomi W. P., 2006a – La campagne BORDAU 2 sur la ride des Tonga (Royaume de Tonga). Compte-rendu et liste des stations. In: Tropical Deep-Sea Benthos. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 24 (unpublished report).

Richer de Forges B., Bouchet P., Barazer J. F., Chan T. Y. & Lee D. A., 2006b - Les campagnes TAIWAN 2000 et 2001 sur les pentes de l'île de Taiwan. Compte-rendu et liste des stations. In: Tropical Deep Sea Benthos. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 24 (unpublished report).

Richer de Forges B. & Chevillon C., 1996 – Les campagnes d'échantillonnage du benthos bathyal en Nouvelle-Calédonie, en 1993 et 1994 (BATHUS 1 à 4, SMIB 8, HALIPRO 1). In: Résultats des campagnes MUSORSTOM, 15. Crosnier A. (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 168: 33-53.

Richer de Forges B., Faliex E. & Menou J. L., 1996 – La campagne MUSORTOM 8 dans l'archipel de Vanuatu. Compte-rendu et liste des stations. In: Résultats des campagnes MUSORTOM, 15. Crosnier A. (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 168: 9-32.

Richer de Forges B. & Menou J., 1993 – La campagne MUSORSTOM 7 dans la zone économique des îles Wallis et Futuna. Compte rendu et liste des stations. In: Résultats des campagnes MUSORSTOM, 10. Crosnier A. (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 156: 9-25.

Richer de Forges B., Newell P., Schlacher-Hoenlinger M., Schlacher T., Nating D., Césa F. & Bouchet P., 2000 – La campagne MUSORSTOM 10 dans l'archipel des îles Fiji. Compte rendu et liste des stations. In: Résultats des campagnes MUSORSTOM, 21. Crosnier A. (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 184: 9-23.

Richer de Forges B. & Ng P. K. L., 2007 – New records and new species of Homolidae De Haan, 1839, from the Philippines and French Polynesia (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *The Raffles Bulletin of Zoology*, Singapore, Supplement 16: 29-45.

Richer de Forges B. & Ng P. K. L., 2008 – New western Pacific records of Homolidae De Haan, 1839, with descriptions of new species of *Homolochunia* Doflein, 1904, and *Latreillopsis* Henderson, 1888 (Crustacea: Decapoda: Brachyura). *Zoosystema*, Paris, 1967: 1-35.

Richer de Forges B., Poupin J. & Laboute P., 1999 – La campagne MUSORSTOM 9 dans l'archipel des îles Marquises (Polynésie française). Compte rendu et liste des stations. In: Résultats des campagnes MUSORSTOM, 20. Crosnier A. (ed.). *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, 180: 9-29.

Schweitzer C. E., 2001 – Additions to the Tertiary decapod fauna of the Pacific Northwest of North America. *Journal of Crustacean Biology*, 21: 521-537.

Schweitzer C. E. & Feldmann R. M., 2009 – Revision of Jurassic Homoloidea De Haan, 1839, from the Ernstbrunn and Stramberk limestones, Austria and the Czech Republic. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien*, Wien, 111A: 183-206.

Schweitzer C. E., Feldmann R. M., Garassino A., Karasawa H. & Schweigert G., in press – Systematic list of Fossil Decapod Crustacean Species. *Crustaceana*, Leiden.

Schweitzer C. E., Nyborg T. G., Feldmann R. M. & Ross R. L. M., 2004 – Homolidae De Haan, 1839 and Homolodromiidae Alcock, 1900 (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Pacific Northwest of North America and a reassessment of their fossil record. *Journal of Paleontology*, Lawrence, 78 (1): 133-149.

Secretan, S., 1998 – The sella turcica of crabs and the endophragmal system of decapods. *Journal of Natural History*, London, 32: 1753-1767.

Secretan-Rey S., 2002 – Morphologie du squelette axial de *Nephrops norvegicus* (Linné, 1758). *Zoosystema*, Paris, 24 (1): 81-176.

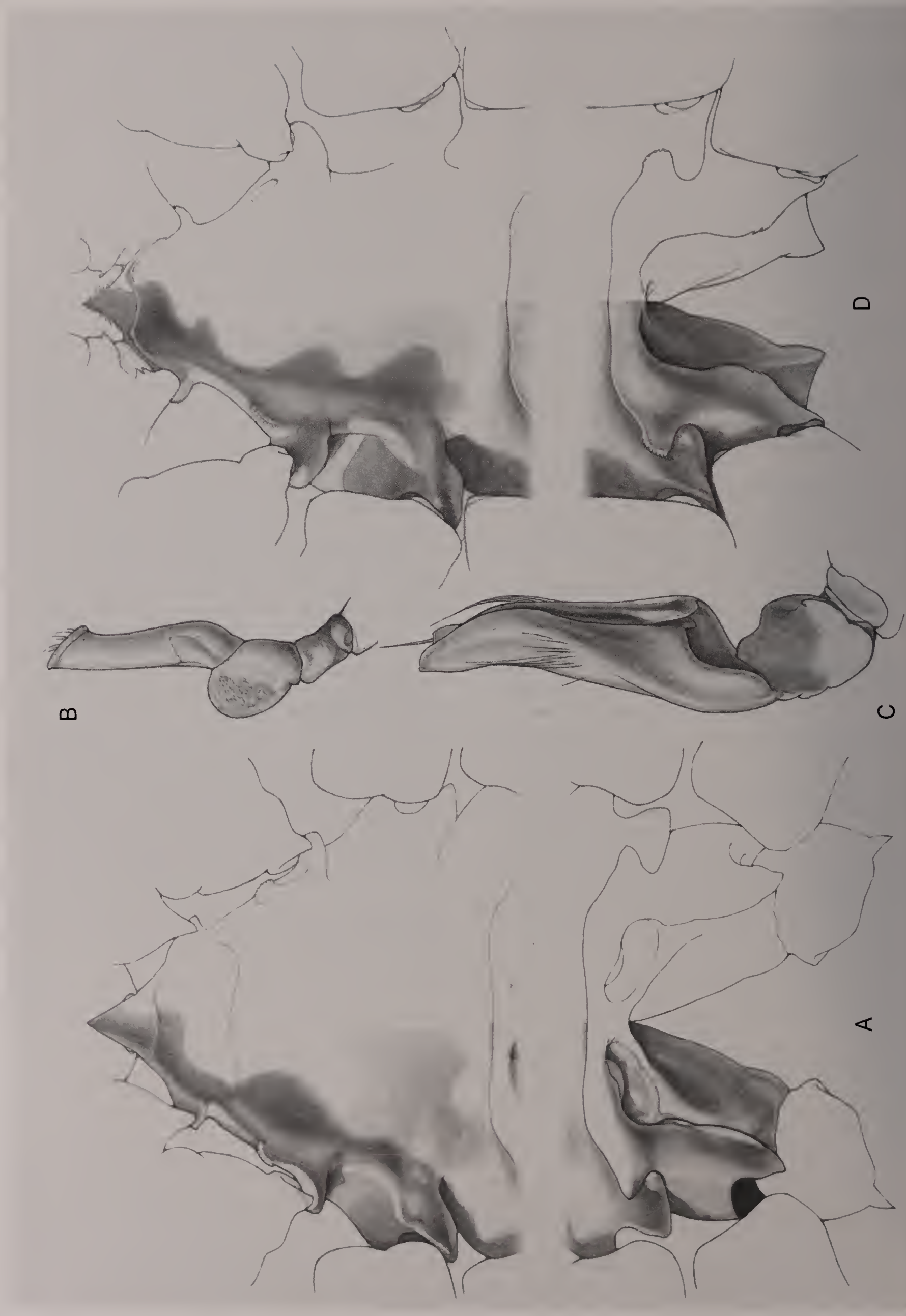
Števčić Z., 2005 – The reclassification of brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda: Brachyura). *Natura Croatica*, Zagreb, 14 (Suppl. 1).

Tan S. H., Huang J.-F. & Ng P. K. L., 2000 – The deep-water crabs of the families Homolidae and Latreilliidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from Taiwan. *National Taiwan Museum Special Publication Series*, 10: 181-189.

Alessandro Garassino
Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Sezione di Paleontologia, Corso Venezia 55, 20121 Milano, Italia.
e-mail: agarassino63@gmail.com

The thoracic sternum and spermatheca in the extant genera of the family Homolidae De Haan, 1839 (Crustacea, Decapoda, Brachyura)
Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano
Volume XXXVI – Fascicolo III

PLATES


D
B
C
A

E

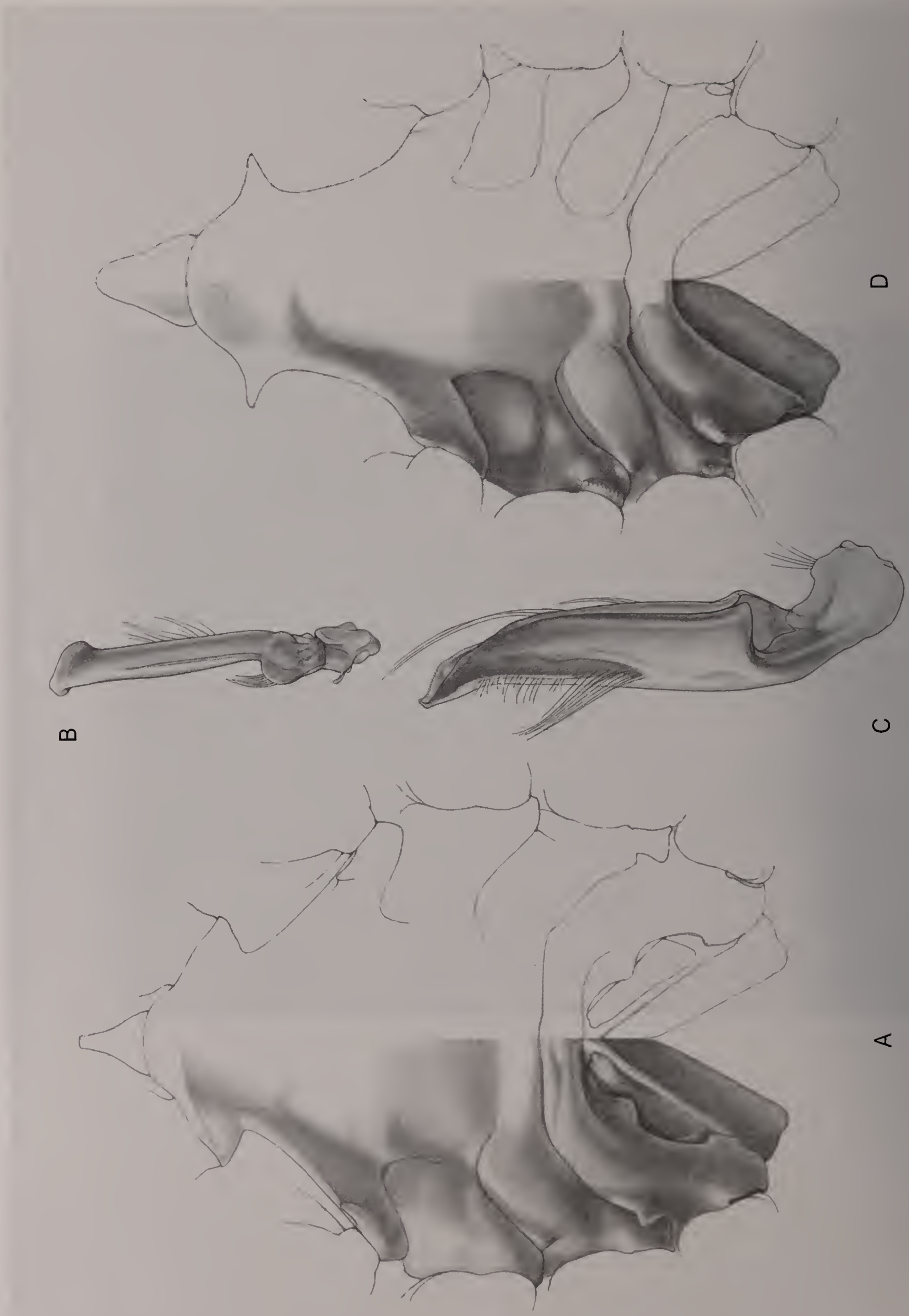
F

Plate 1 - *Dagnaudus petterdi* (Grant, 1905). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B17878) (photo x 3.2). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B19882) (photo x 7.5). B) G2 (x 7.5). C) G1 (x 7.5).

A

B

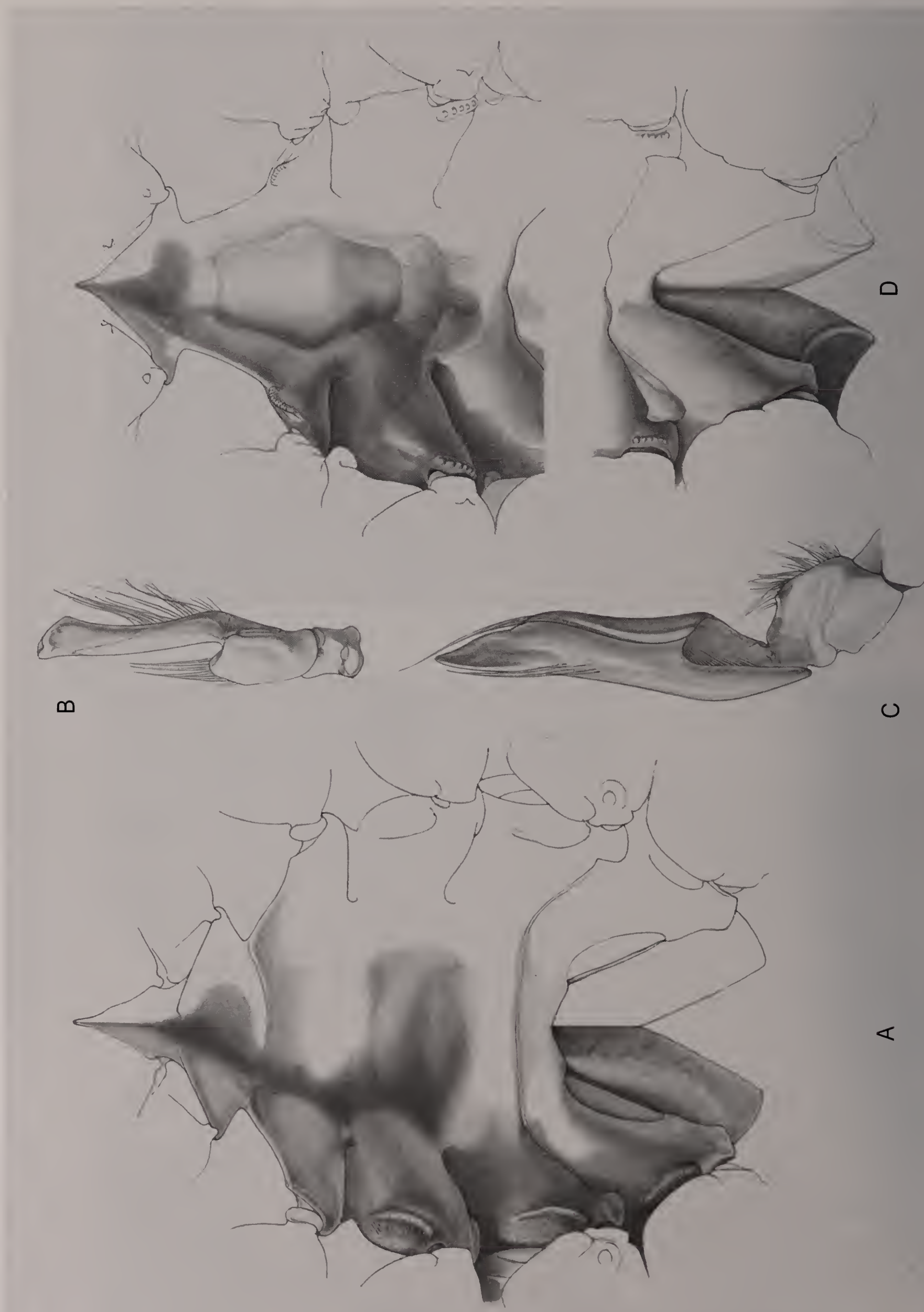
Plate 2 - *Gordonopsis profundorum* (Alcock & Anderson, 1899). A-B) female thoracic sternum (MNHN-B30261) (photo x 13).


D
C
B
A

E

F

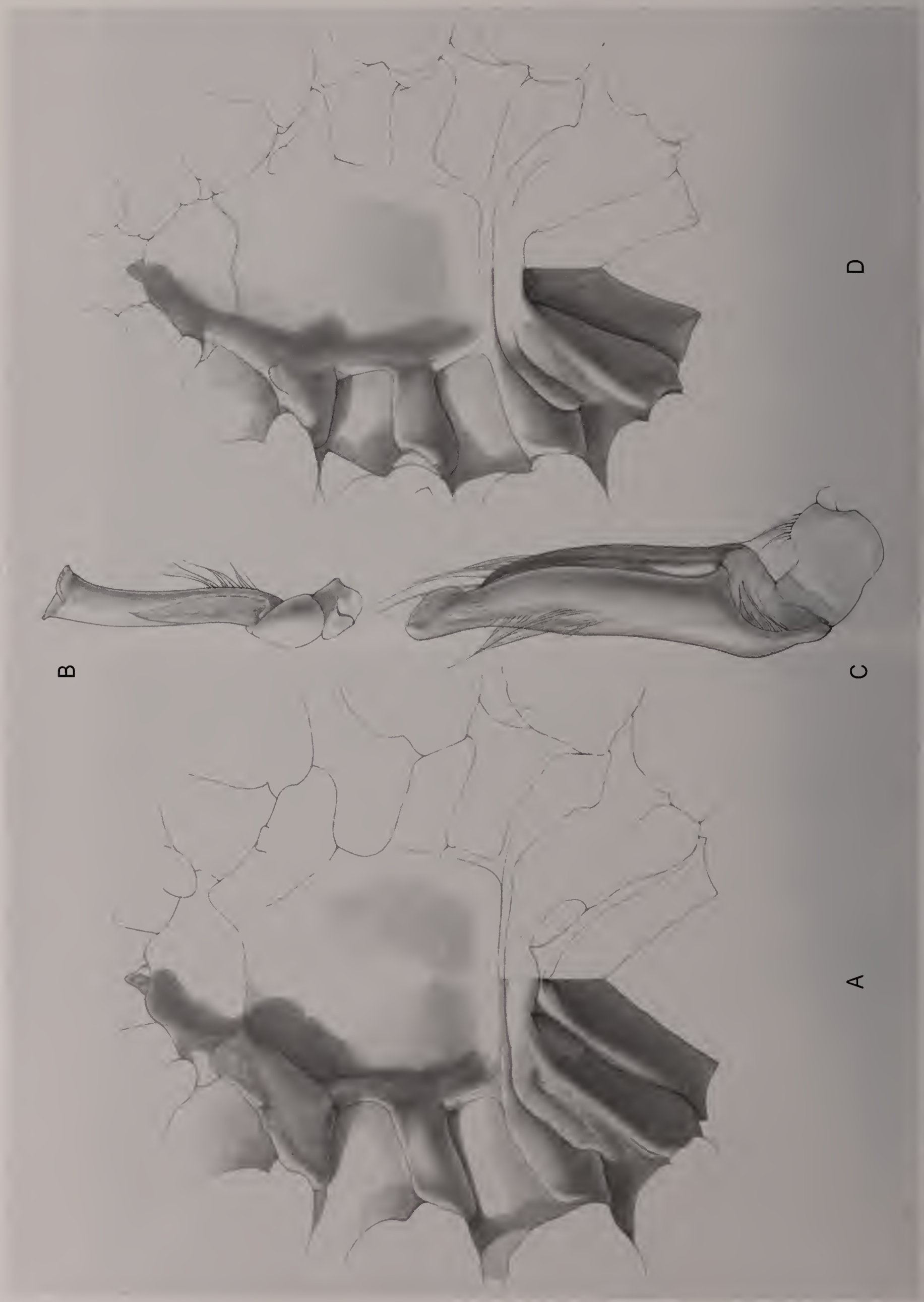
Plate 3 - *Homola barbata* (Fabricius, 1793). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B13261) (photo x 9). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B13603) (photo x 8.3). B) G2 (x 8.1). C) G1 (x 7.9).


B
C
D
A

E

F

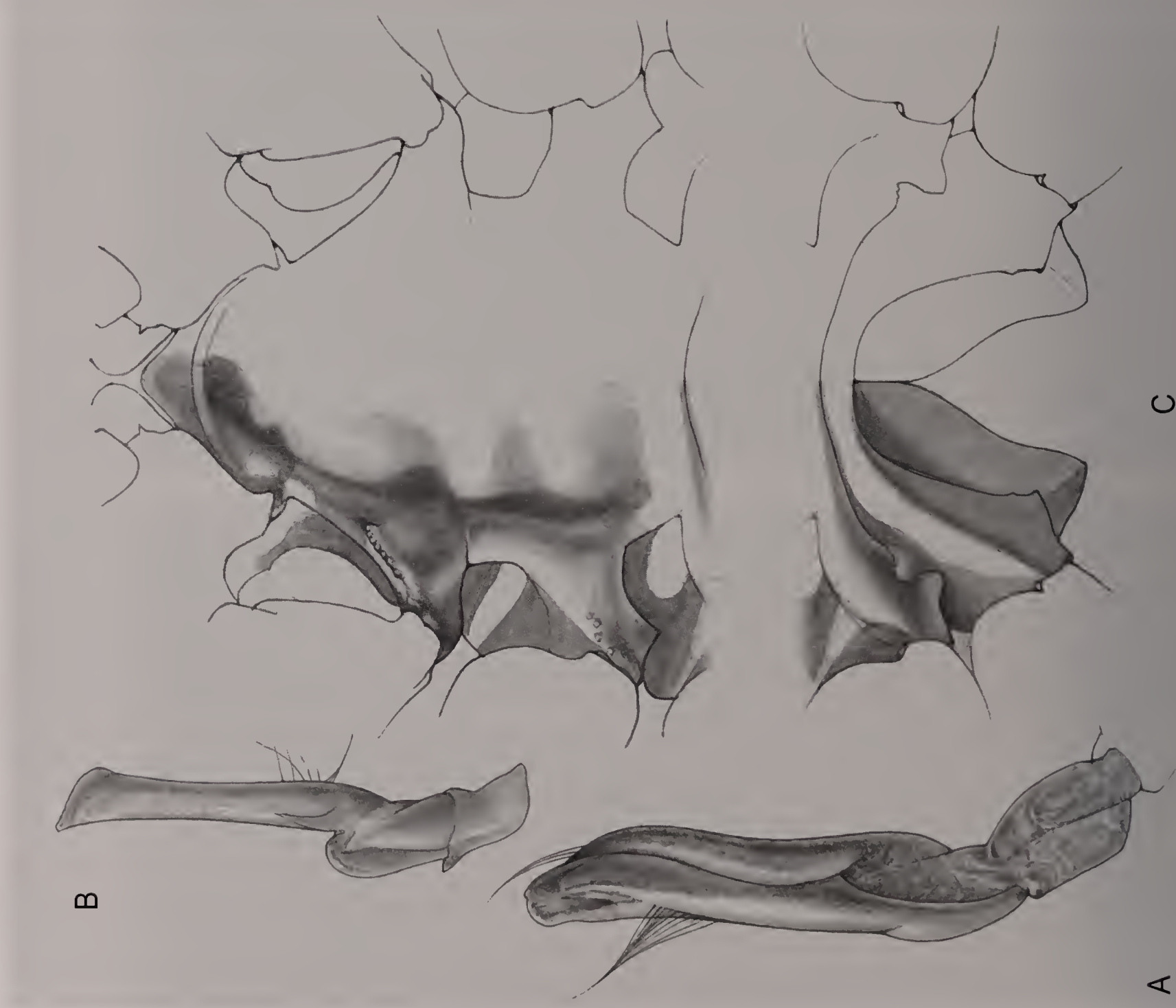
Plate 4 - *Homola orientalis* Henderson, 1888. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B13892) (photo x 7.5). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B13871) (photo x 7.5). B) G2 (x 7.5). C) G1 (x 7.5).


A
B
C
D

E

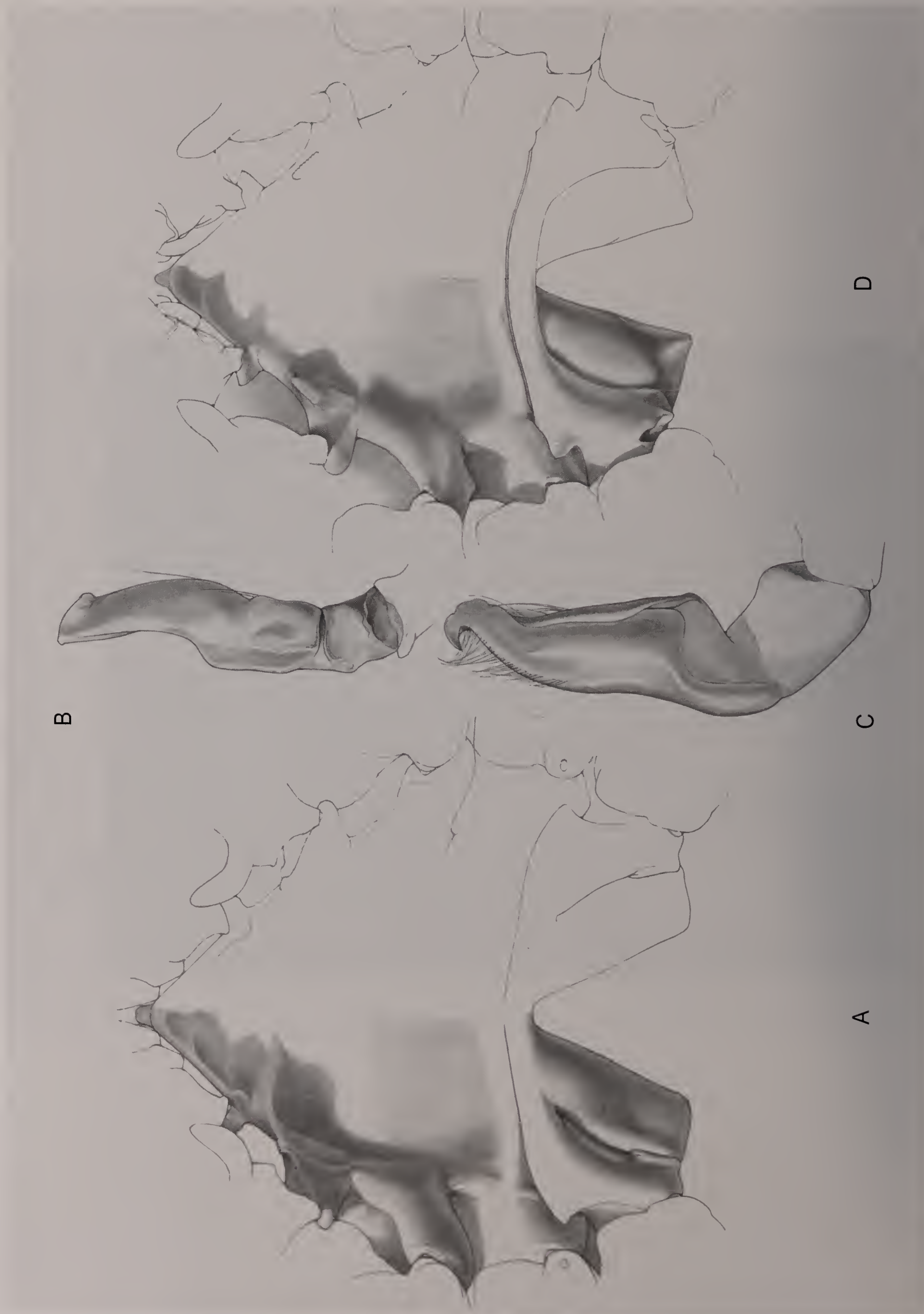
F

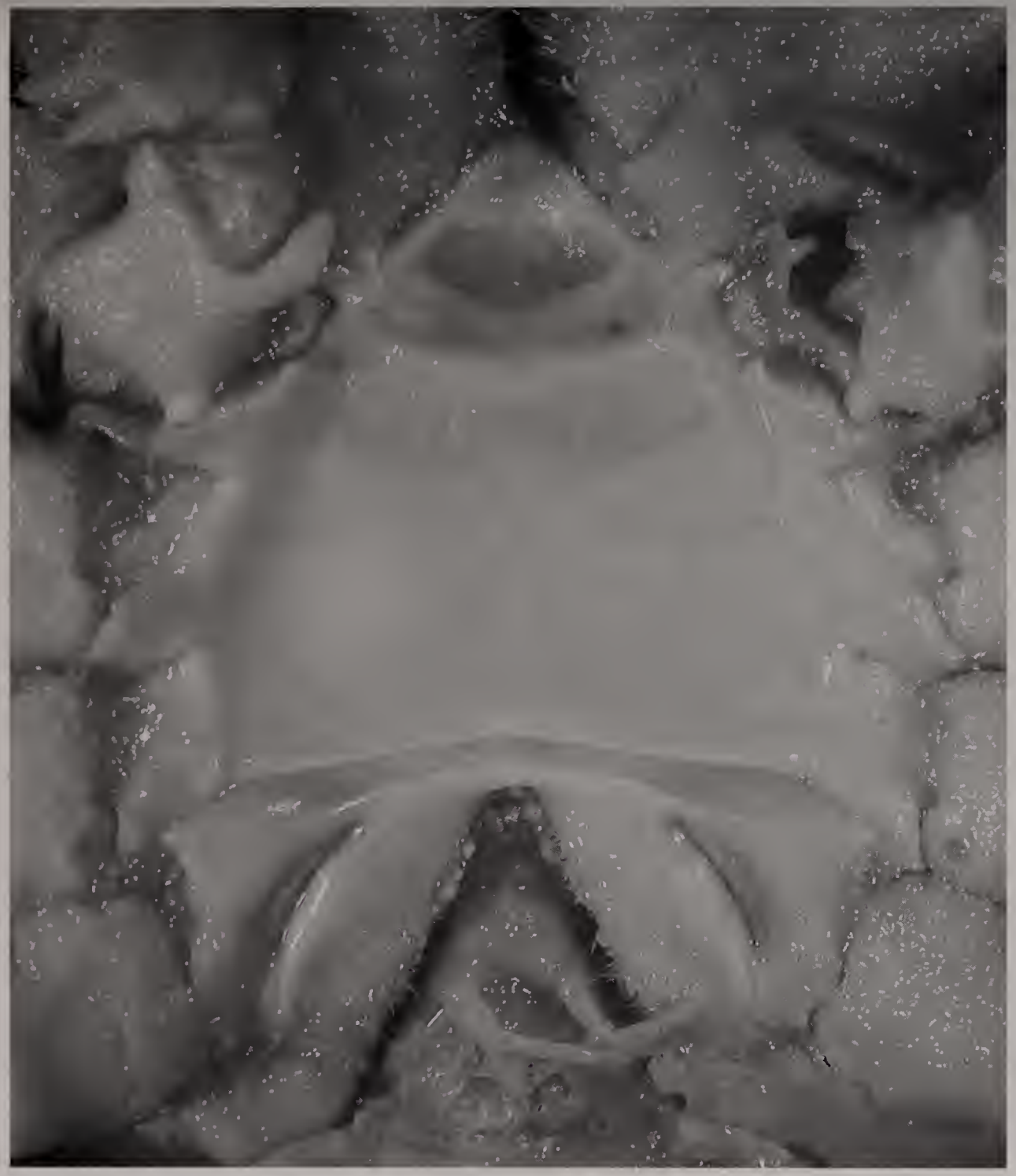
Plate 5 - *Homola ranunculus* Guinot & Richer de Forges, 1995. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B30258) (photo x 5.8). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B30257) (photo x 5.8). B) G2 (x 5.4). C) G1 (x 6.3).


C
B
A

D

Plate 6 - *Homolax megalops* (Alcock, 1894). C-D) male thoracic sternum (MNHN-B24807) (photo x 13.1). B) G2 (x 23). A) G1 (x 22).

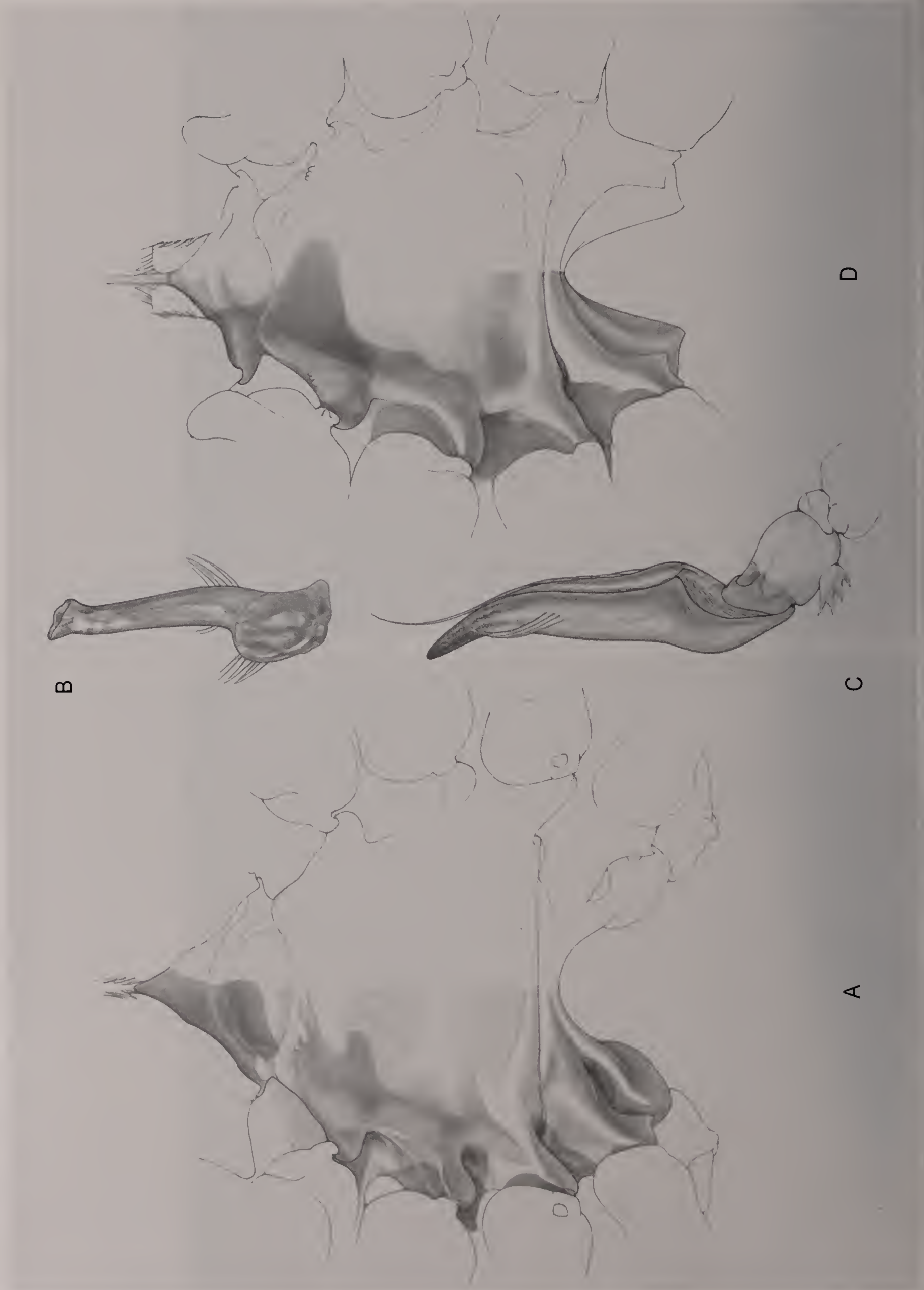

D
B
C
A



E

F

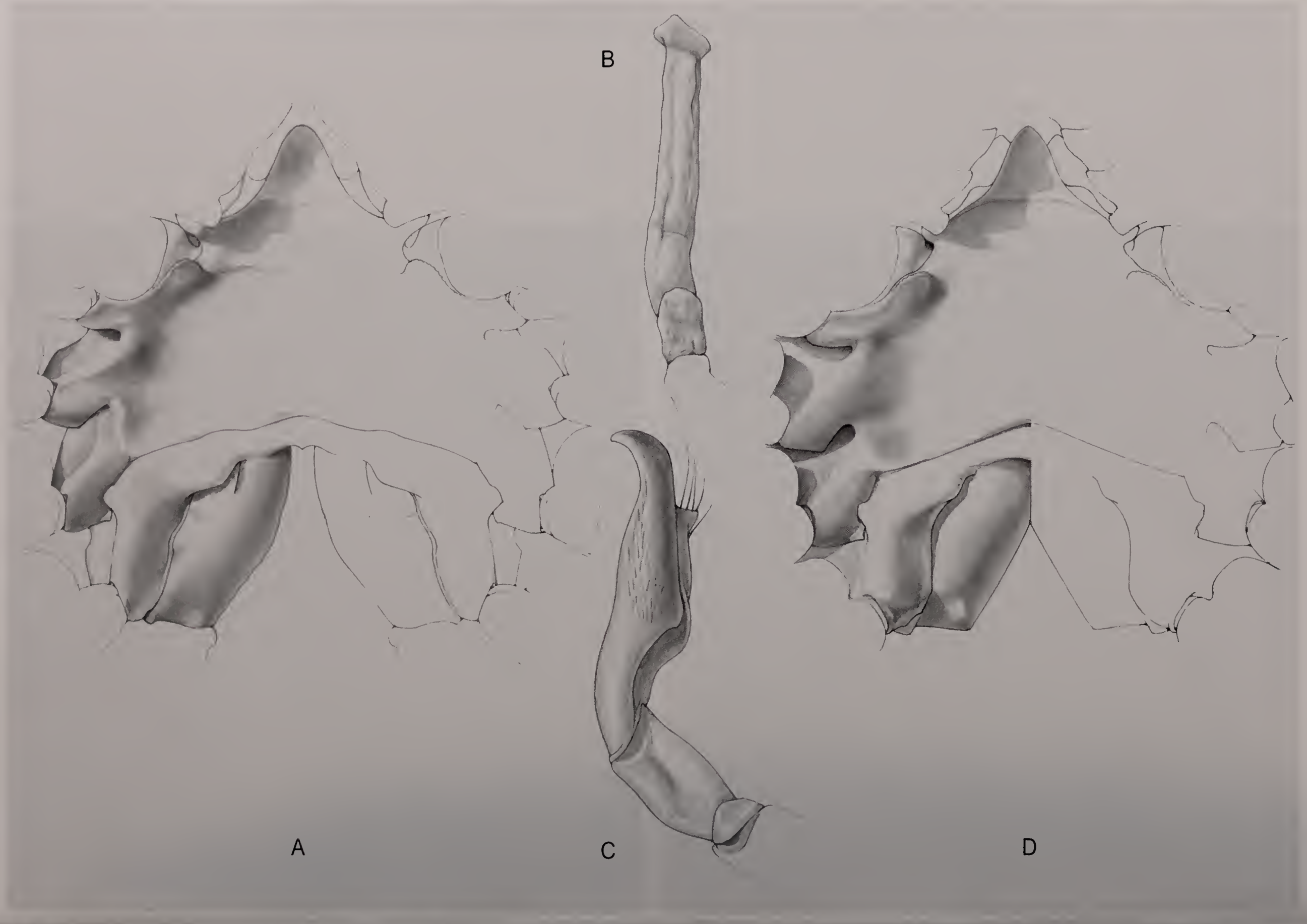
Plate 7 - *Homolochunia valdiviae* Doflein, 1904. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B24270) (photo x 5.7). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B7020) (photo x 6.3). B) G2 (x 13). C) G1 (x 11.4).


D
B
C
A

E

F

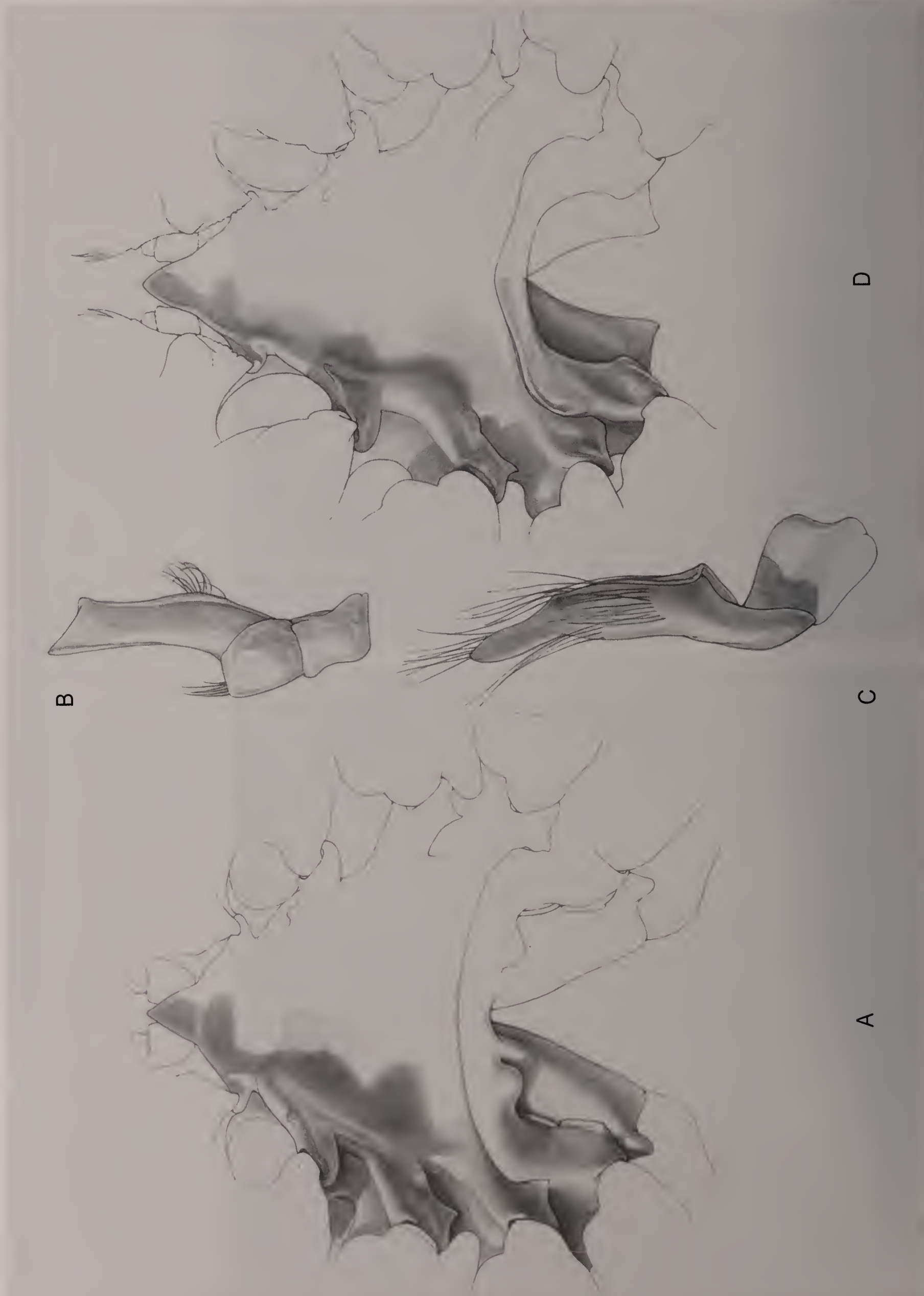
Plate 8 - *Homologenus rostratus* (A. Milne-Edwards, 1880). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B28871) (photo x 17.5). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B28872) (photo x 19.1). B) G2 (x 27.5). C) G1 (x 21.2).


A
B
C
D

E

F

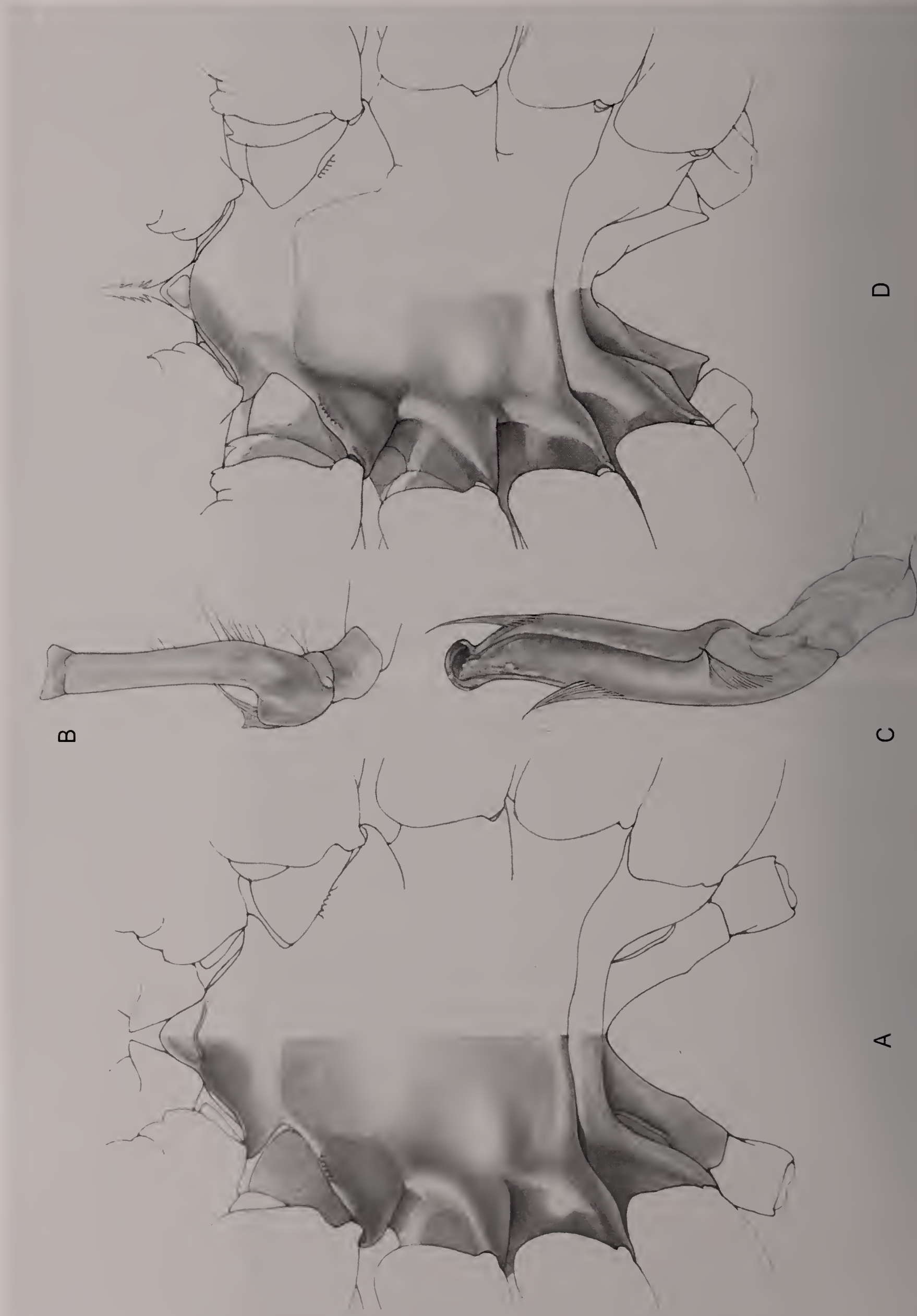
Plate 9 - *Homolomannia sibogae* Ihle, 1912. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B13822) (photo x 6). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B13848) (photo x 6). B) G2 (x 14). E) G1 (x 10.5).


D
B
C
A

E

F

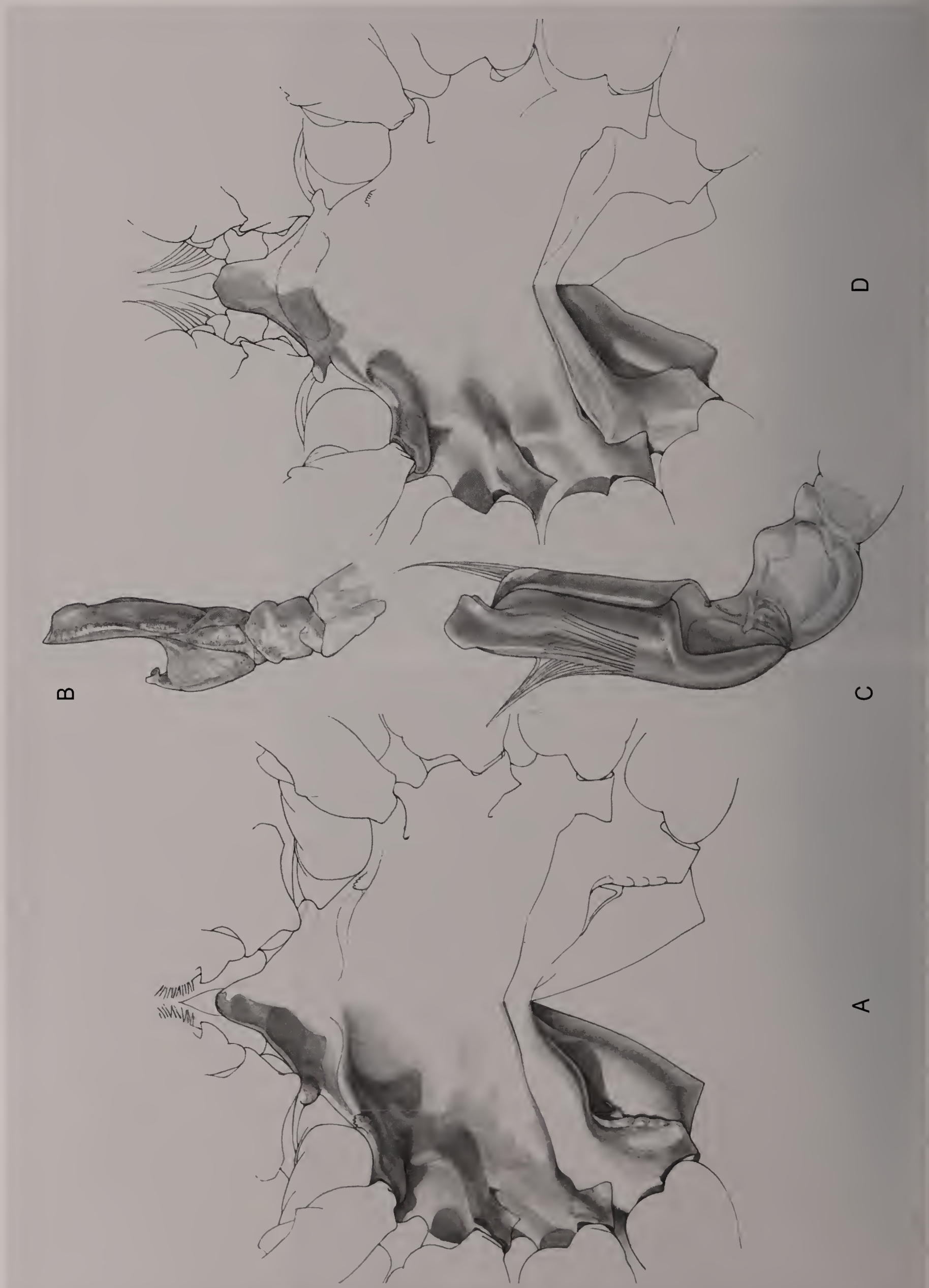
Plate 10 - *Ihlopsis tirardi* Guinot & Richer de Forges, 1995. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B30260) (photo x 7.5). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B30259) (photo x 9.5). B) G2 (x 21.5). C) G1 (x 20).


D
B
C
A

E

F

Plate 11 - *Lamoha superciliosa* Wood-Mason & Alcock, 1891. A-E) female thoracic sternum (ZRC 2008.0992) (photo x 14.2). D-F) male thoracic sternum (ZRC 2008.0992) (photo x 8.3). B) G2 (x 21.5). C) G1 (x 22.5).


D
B
C
A

E

F

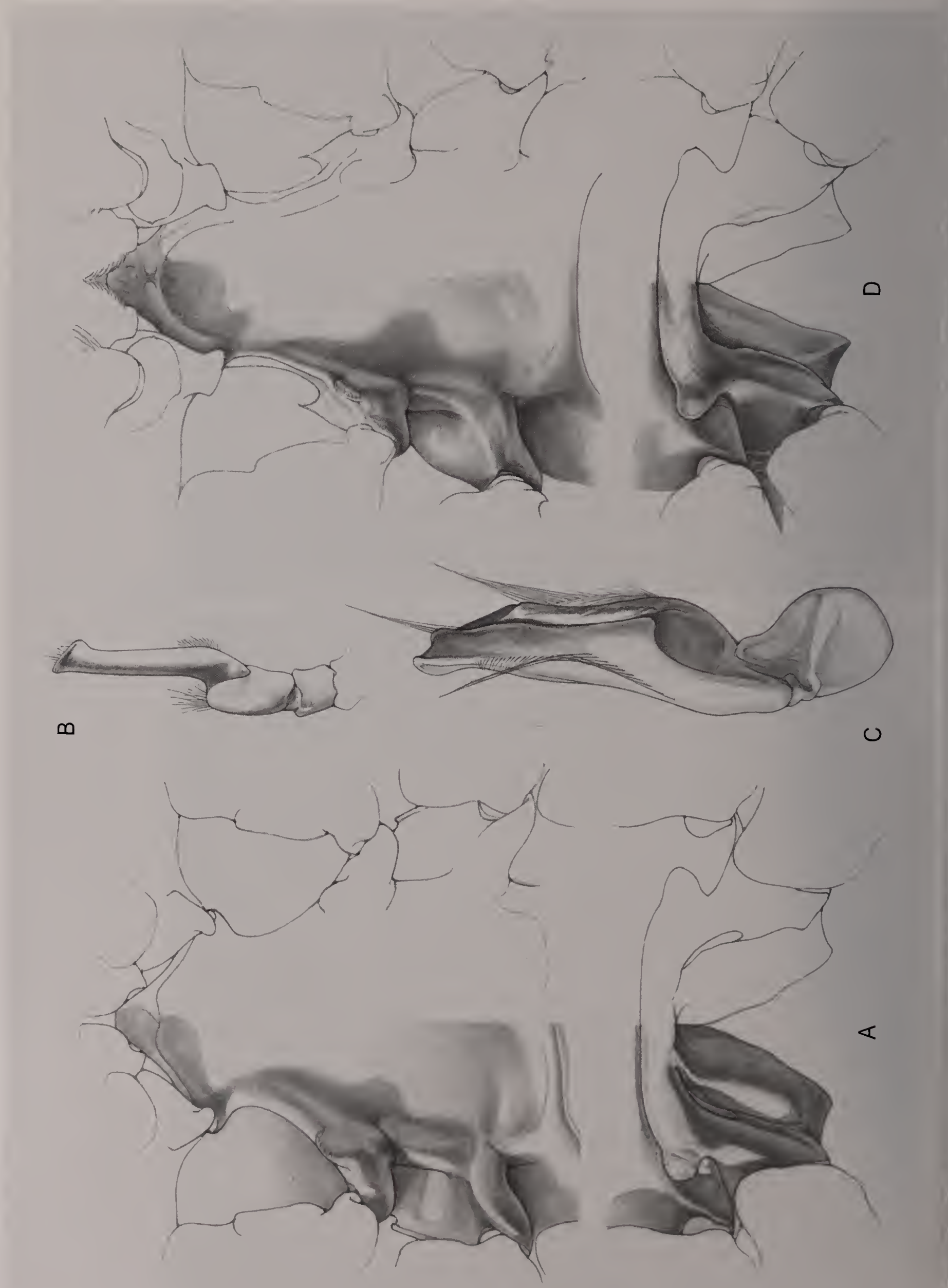
Plate 12 - *Latreillopsis bispinosa* Henderson, 1888. A-E) female thoracic sternum (MNHN-B13833) (photo x 7.1). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B13888) (photo x 9). B) G2 (x 16.2). C) G1 (x 13.3).

A
B
C
D

E

F

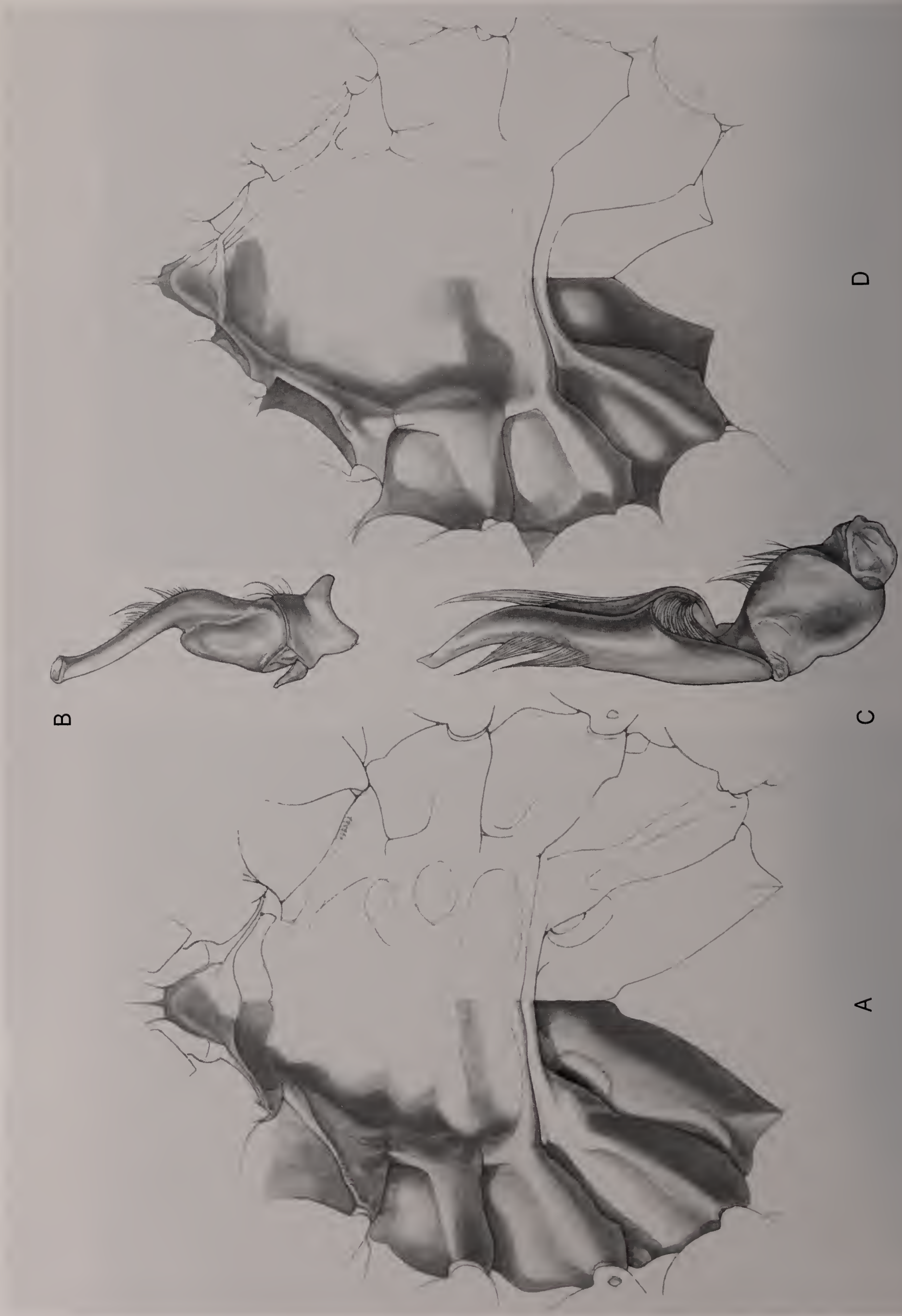
Plate 13 - *Moloha* aff. *M. majora* (Kubo, 1936). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B24269) (photo x 4). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B24799) (photo x 4.5). B) G2 (x 8.5). C) G1 (x 7.5).

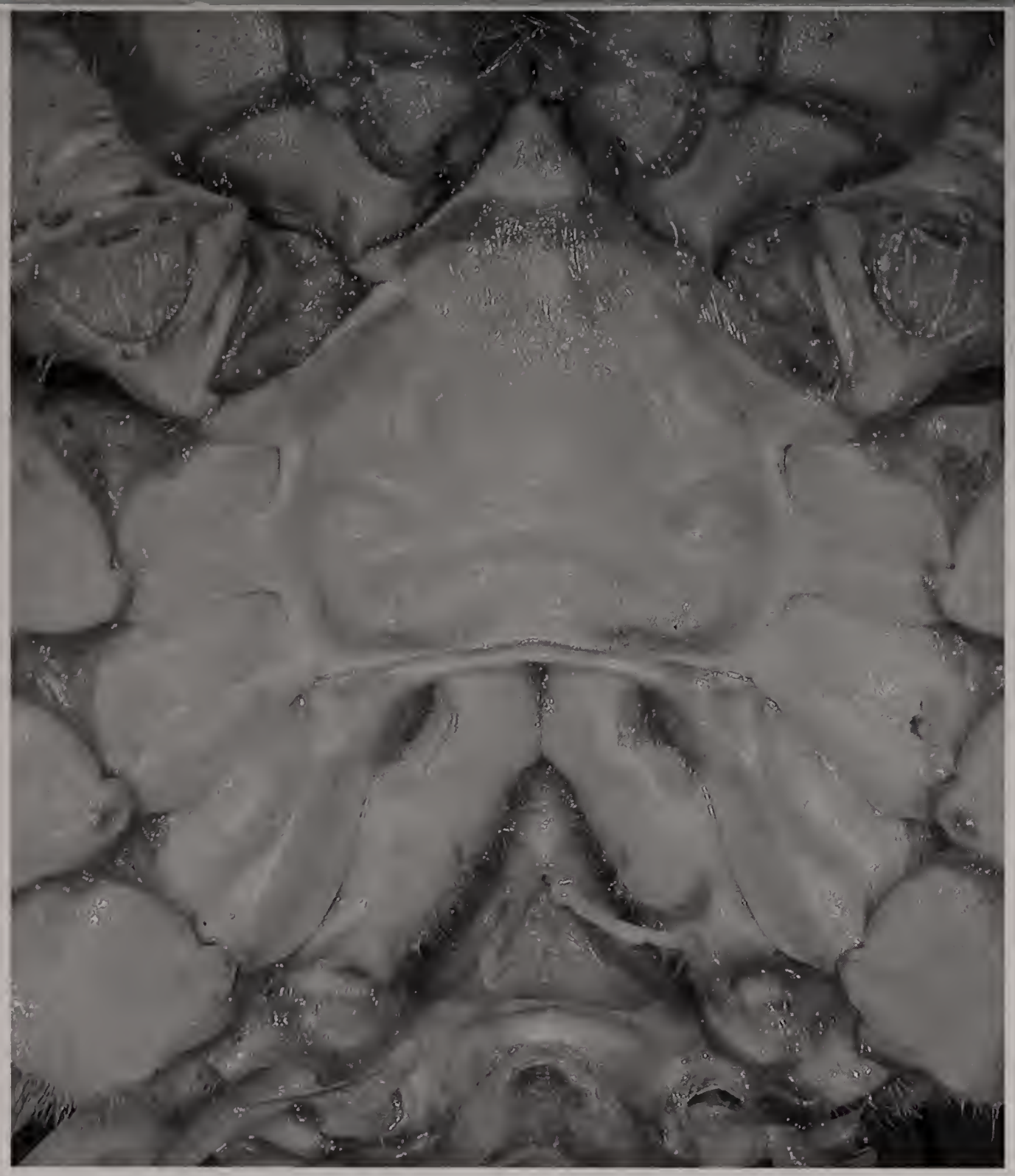

D
B
C
A

E

F

Plate 14 - *Paromola cuvieri* (Risso, 1816). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B19873) (photo x 6). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B12355) (photo x 3.5). B) G2 (x 6.8). C) G1 (x 7.9).

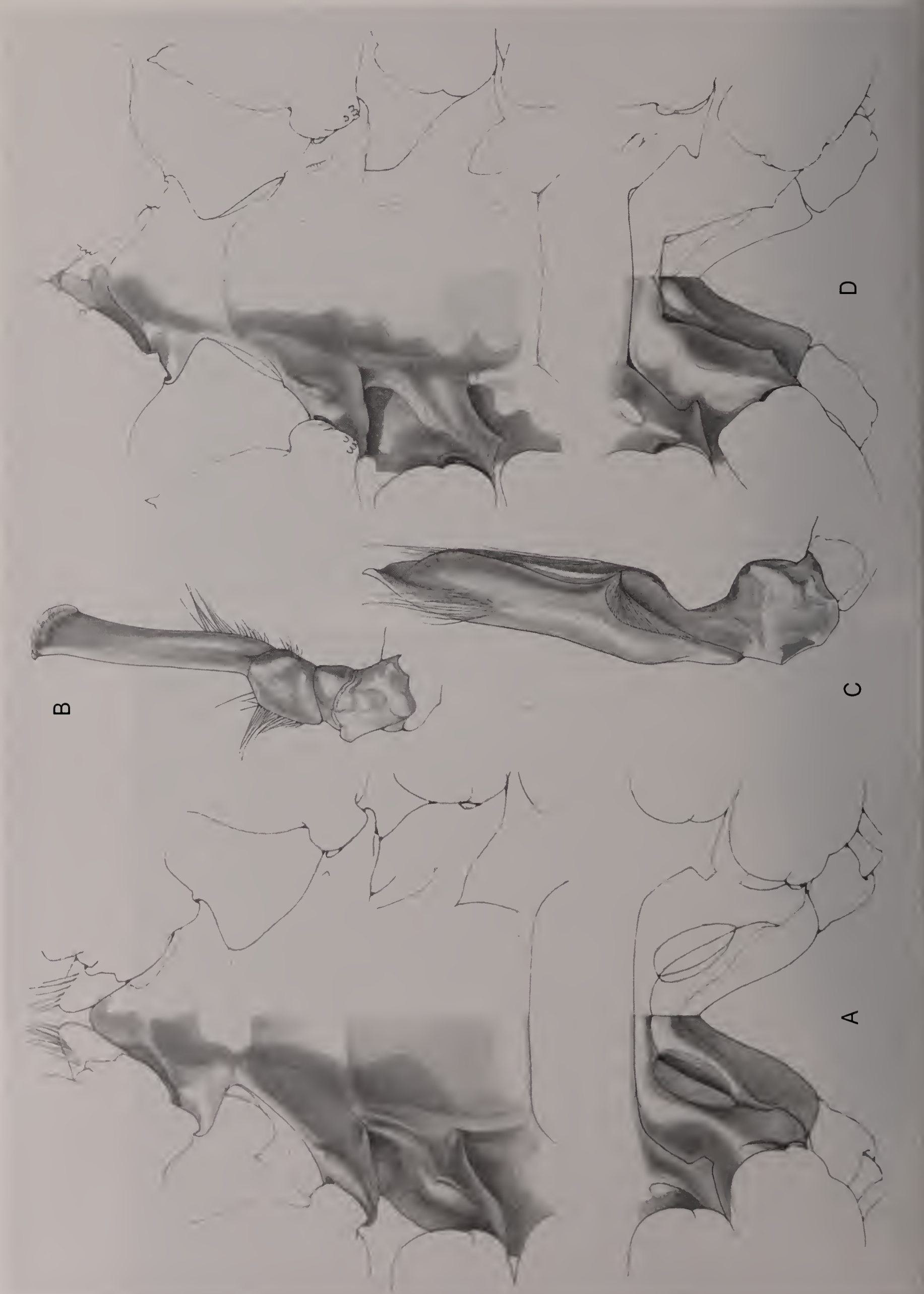

D
B
C
A



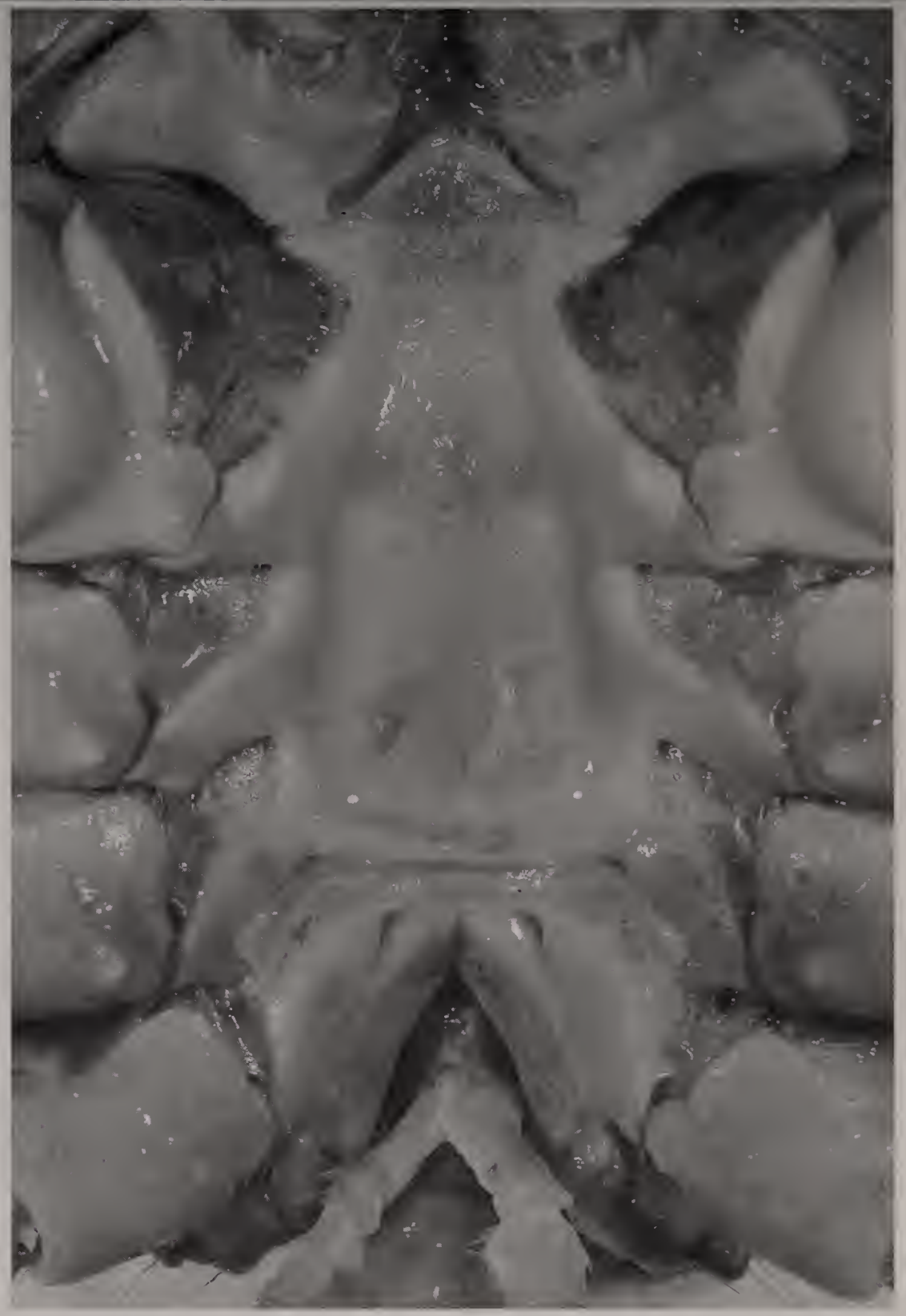
E

F

Plate 15 - *Paromolopsis boasi* Wood-Mason & Alcock, 1891 A-E) female thoracic sternum (MNHN-B30252) (photo x 4.8). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B30251) (photo x 5.7). B) G2 (x 7.5). C) G1 (x 6.5).


D
B
C
A

E



F

Plate 16 - *Yaldwynopsis spinimanus* (Griffin, 1965). A-E) female thoracic sternum (MNHN-B24530) (photo x 4.1). D-F) male thoracic sternum (MNHN-B24530) (photo x 4.1). B) G2 (x 7.5). C) G1 (x 6.7).

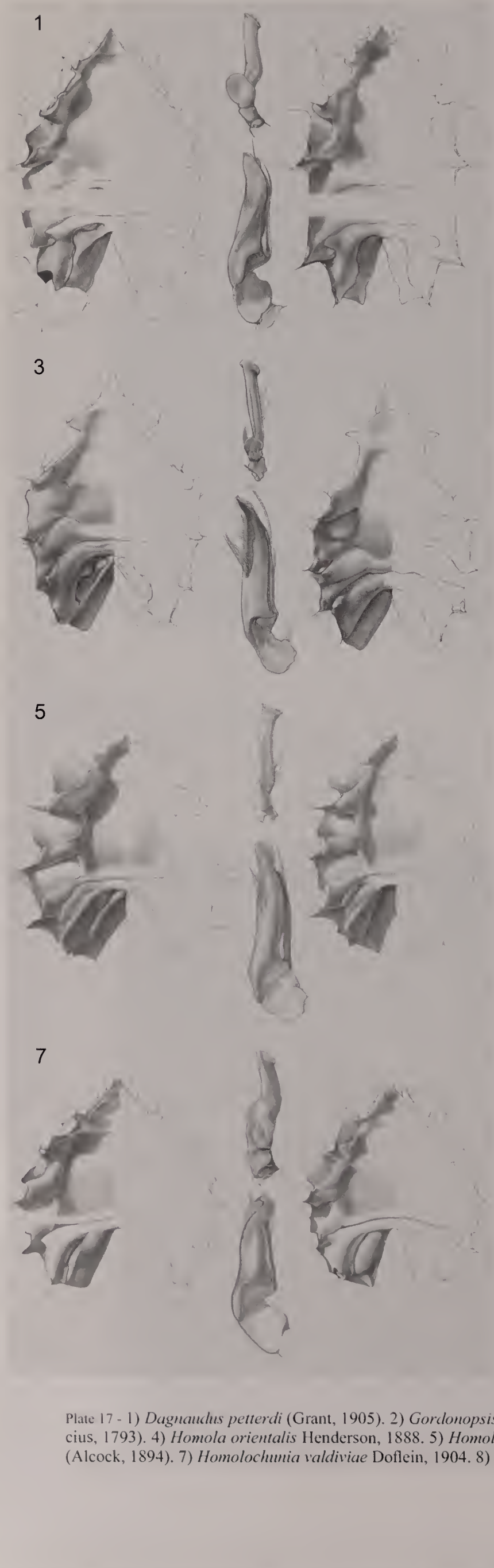
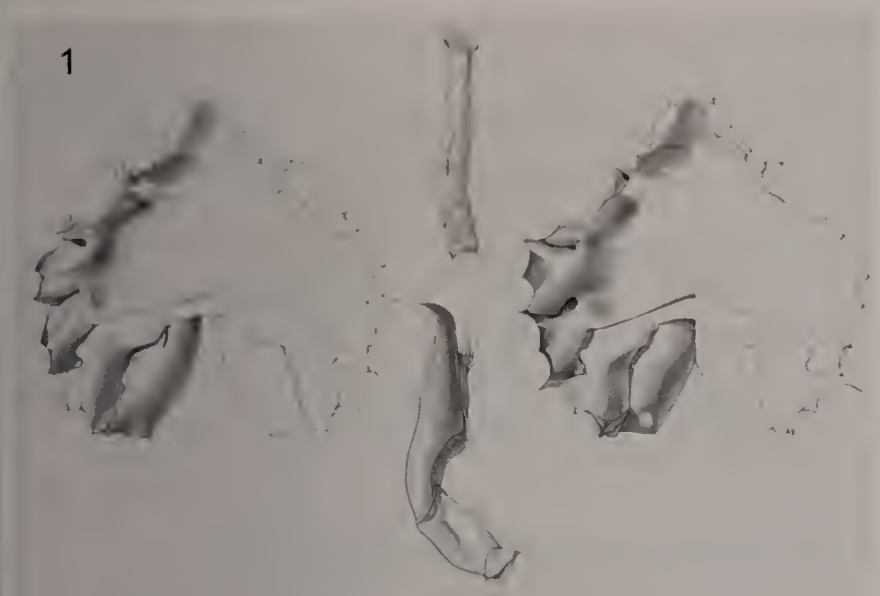
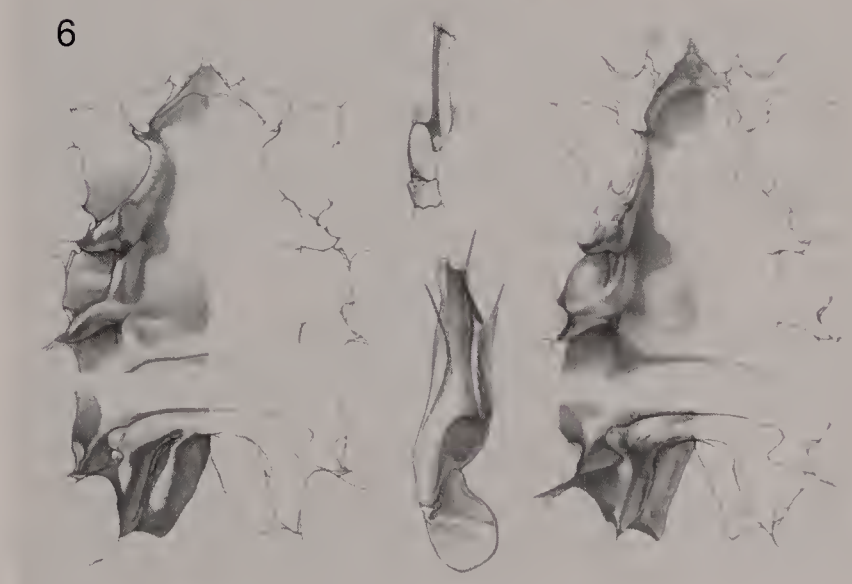
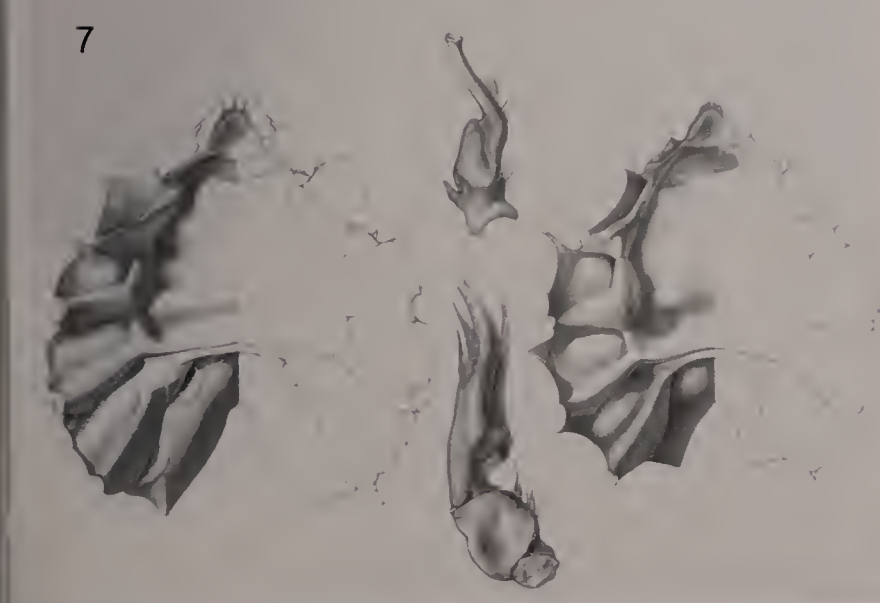


Plate 17 - 1) *Dagnaudus petterdi* (Grant, 1905). 2) *Gordonopsis profundorum* (Alcock & Anderson, 1899). 3) *Homola barbata* (Fabricius, 1793). 4) *Homola orientalis* Henderson, 1888. 5) *Homola ranunculus* Guinot & Richer de Forges, 1995. 6) *Homolax megalops* (Alcock, 1894). 7) *Homolochunia valdiviae* Doflein, 1904. 8) *Homologemus rostratus* (A. Milne-Edwards, 1880).







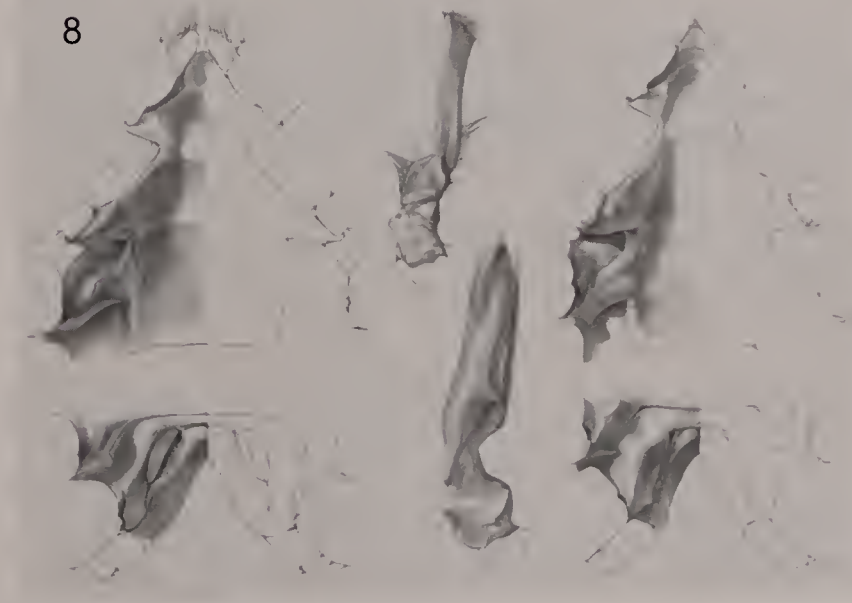


Plate 18 - 1) *Homolomannia sibogae* Ihle, 1912. 2) *Ihlopsis tirardi* Guinot & Richer de Forges, 1995. 3) *Lamoha superciliosa* Wood-Mason & Alcock, 1891. 4) *Latreillopsis bispinosa* Henderson, 1888. 5) *Moloha* aff. *M. majora* (Kubo, 1936). 6) *Paromola cuvieri* (Risso, 1816). 7) *Paromolopsis boasi* Wood-Mason & Alcock, 1891. 8) *Yaldwynopsis spinimanus* (Griffin, 1965).

INDEX

Introduction ..... Pag. 3
Good criteria in the systematics of the Homolidae ..... Pag. 6
Thoracic sternum and spermatheca ..... Pag. 6
Abdominal holding system of the Homolidae ..... Pag. 7
Material and methods ..... Pag. 8
Abbreviation ..... Pag. 9
Morphological nomenclature ..... Pag. 9
Systematics ..... Pag. 10
Genus *Dagnaudus* Guinot & Richer de Forges, 1995 ..... Pag. 10
Genus *Gordonopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995 ..... Pag. 11
Genus *Homola* Leach, 1816 ..... Pag. 11
Genus *Homolax* Alcock, 1899 ..... Pag. 20
Genus *Homolochunia* Doflein, 1904 ..... Pag. 21
Genus *Homologenus* A. Milne-Edwards *in* Henderson, 1888 ..... Pag. 22
Genus *Homolomannia* Ihle, 1912 ..... Pag. 25
Genus *Ihlopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995 ..... Pag. 26
Genus *Lamoha* Ng, 1988 ..... Pag. 28
Genus *Latreillopsis* Handerson, 1888 ..... Pag. 30
Genus *Moloha* Barnard, 1947 ..... Pag. 33
Genus *Paromola* Wood-Mason & Alcock, 1891 ..... Pag. 35
Genus *Paromolopsis* Wood-Mason & Alcock, 1891 ..... Pag. 37
Genus *Yaldwynopsis* Guinot & Richer de Forges, 1995 ..... Pag. 39
Discussion ..... Pag. 40
Acknowledgements ..... Pag. 42
References ..... Pag. 43
Plates ..... Pag. 45

II - MONTANARI L., 1969 - Aspetti geologici del Lias di Gozzano (Lago d'Orta). *pp. 23-92, 42 figg., 4 tavv. n.t.*
III - PETRUCCI F., BORTOLAMI G. C. & DAL PIAZ G. V., 1970 - Ricerche sull'anfiteatro morenico di Rivoli-Avigliana (Prov. Torino) e sul suo substrato cristallino. *pp. 93-169, con carta a colori al 1:40.000, 14 figg., 4 tavv. a colori e 2 b.n.*

Volume XIX

I - CANTALUPPI G., 1970 - Le *Hildoceratidae* del Lias medio delle regioni mediterranee - Loro successione e modificazioni nel tempo. Riflessi biostratigrafici e sistematici. *pp. 5-46, 2 tabb. n.t.*
II - PINNA G. & LEVI-SETTI F., 1971 - I *Dactylioceratidae* della Provincia Mediterranea *(Cephalopoda Ammonoidea). pp. 47-136, 21 figg., 12 tavv.*
III - PELOSIO G., 1973 - Le ammoniti del Trias medio di Asklepieion (Argolide, Grecia) - I. Fauna del «calcare a *Ptychites*» (Anisico sup.). *pp. 137-168, 3 figg., 9 tavv.*

Volume XX

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O., 1971 - La cultura di Remedello. Problematica ed ergologia di una facies dell'Eneolitico Padano. *pp. 5-80, 2 figg., 20 tavv.*
II - PETRUCCI F., 1972 - Il bacino del Torrente Cinghio (Prov. Parma). Studio sulla stabilità dei versanti e conservazione del suolo. *pp. 81-127, 37 figg., 6 carte tematiche.*
III - CERETTI E. & POLUZZI A., 1973 - Briozoi della biocalcarenite del Fosso di S. Spirito (Chieti, Abruzzi). *pp. 129-169, 18 figg., 2 tavv.*

Volume XXI

I - PINNA G., 1974 - I crostacei della fauna triassica di Cene in Val Seriana (Bergamo). *pp. 5-34, 16 figg., 16 tavv.*
II - POLUZZI A., 1975 - I Briozoi Cheilostomi del Pliocene della Val d'Arda (Piacenza, Italia). *pp. 35-78, 6 figg., 5 tavv.*
III - BRAMBILLA G., 1976 - I Molluschi pliocenici di Villalvernia (Alessandria). I. Lamellibranchi. *pp. 79-128, 4 figg., 10 tavv.*

Volume XXII

I - CORNAGGIA CASTIGLIONI O. & CALEGARI G., 1978 - Corpus delle pintaderas preistoriche italiane. Problematica, schede, iconografia. *pp. 5-30, 6 figg., 13 tavv.*
II - PINNA G., 1979 - Osteologia dello scheletro di *Kritosaurus notabilis* (Lambe, 1914) del Museo Civico di Storia Naturale di Milano *(Ornithischia Hadrosauridae). pp. 31-56, 3 figg., 9 tavv.*
III - BIANCOTTI A., 1981 - Geomorfologia dell'Alta Langa (Piemonte meridionale). *pp. 57-104, 28 figg., 12 tabb., 1 carta f.t.*

Volume XXIII

I - GIACOBINI G., CALEGARI G. & PINNA G., 1982 - I resti umani fossili della zona di Arena Po (Pavia). Descrizione e problematica di una serie di reperti di probabile età paleolitica. *pp. 5-44, 4 figg., 16 tavv.*
II - POLUZZI A., 1982 - I Radiolari quaternari di un ambiente idrotermale del Mar Tirreno. *pp. 45-72, 3 figg., 1 tab., 13 tavv.*
III - ROSSI F., 1984 - Ammoniti del Kimmeridgiano superiore-Berriasiano inferiore del Passo del Furlo (Appennino Umbro-Marchigiano). *pp. 73-138, 9 figg., 2 tabb., 8 tavv.*

Volume XXIV

I - PINNA G., 1984 - Osteologia di *Drepanosaurus unguicaudatus*, lepidosauro triassico del sottordine *Lacertilia. pp. 5-28, 12 figg., 2 tavv.*
II - NOSOTTI S. e PINNA G., 1989 - Storia delle ricerche e degli studi sui rettili Placodonti. Parte prima 1830-1902. *pp. 29-86, 24 figg., 12 tavv.*

Volume XXV

I - CALEGARI G., 1989 - Le incisioni rupestri di Taouardei (Gao, Mali). Problematica generale e repertorio iconografico. *pp. 1-14, 9 figg., 24 tavv.*
II - PINNA G. & NOSOTTI S., 1989 - Anatomia, morfologia funzionale e paleoecologia del rettile placodonte *Psephoderma alpinum* Meyer, 1858. *pp. 15-50, 20 figg., 9 tavv.*
III - CALDARA R., 1990 - Revisione Tassonomica delle specie paleartiche del genere *Tychius* Germar (Coleoptera Curculionidae). *pp. 51-218, 575 figg.*

Volume XXVI

I - PINNA G., 1992 - *Cyamodus hildegardis* Peyer, 1931 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-21, 23 figg.*
II - CALEGARI G. a cura di, 1993 - L'arte e l'ambiente del Sahara preistorico: dati e interpretazioni. *pp. 25-556, 647 figg.*
III - ANDRI E. e ROSSI F., 1993 - Genesi ed evoluzione di frangenti, cinture, barriere ed atolli. Dalle stromatoliti alle comunità di scogliera moderne. *pp. 559-610, 49 figg., 1 tav.*

Volume XXVII

I - PINNA G. and GHISELIN M. edited by, 1996 - Biology as History. N. 1. Systematic Biology as an Historical Science. *pp. 1-133, 68 figs.*
II - LEONARDI C. e SASSI D. a cura di, 1997 - Studi geobotanici ed entomofaunistici nel Parco Regionale del Monte Barro. *pp. 135-266, 122 figg.*, 23 tabb.

Volume XXVIII

I - BANFI E. & GALASSO G., 1998 - La flora spontanea della città di Milano alle soglie del terzo millennio e i suoi cambiamenti a partire dal 1700. *pp. 267-388, 71 figg., 30 tabb.*

Volume XXIX

I - CALEGARI G., 1999 - L'arte rupestre dell'Eritrea. Repertorio ragionato ed esegesi iconografica. *pp. 1-174, 268 figg.*

Volume XXX

I - PEZZOTTA F. edited by, 2000 - Mineralogy and petrology of shallow depth pegmatites. Paper from the First International Workshop. *pp. 1-117, 30 figs., 19 tabs.*
II - PARISI B., FRANCHINO A. & BERTI A. con la collaborazione di POTENZA B. & RUBINI D., 2000 - La Società Italiana di Scienze Naturali 1855 - 2000. Percorsi storici. *pp. 1-163, 199 figg.*
III - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2002 - Galatheid, chirostylid and porcellanid decapods (Crustacea, Decapoda, Anomura) from the Eocene and Oligocene of Vicenza (N Italy). *pp. 1-31, 21 figs., 9 pls.*

Volume XXXI

I - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2002 - The braincase of *Placodus* Agassiz, 1833 (Reptilia, Placodontia). *pp. 1-18, 15 figs.*
II - MARTORELLI G., 2002 - Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia. (1895). Riedizione a cura di Fausto Barbagli. *pp. [XX] 1-216, [14] 46 figg., 4 tavv.*
III - NOSOTTI S. & RIEPPEL O., 2003 - *Eusaurosphargis dalsassoi* n. gen. n. sp., a new, unusual diapsid reptile from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, N Italy). *pp. 1-33, 19 figs., 1 tab., 3 pls.*

Volume XXXII

I - ALESSANDRELLO A., BRACCHI G. & RIOU B., 2004 - Polychaete, sipunculan and enteropneust worms from the Lower Callovian (Middle Jurassic) of La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *pp. 1-16, 9 figs., 1 pl.*
II - RIEPPEL O. & HEAD J. J., 2004 - New specimens of the fossil snake genus *Eupodophis* Rage & Escuillié, from Cenomanian (Late Cretaceous) of Lebanon. *pp. 1-26, 13 figs., 1 tab.*
III - BRACCHI G. & ALESSANDRELLO A., 2005 - Paleodiversity of the free-living polychaetes (Annelida, Polychaeta) and description of new *taxa* from the Upper Cretaceous *Lagerstätten* of Haqel, Hadjula and Al-Namoura (Lebanon). *pp. 1-48, 8 figs., 1 tab., 16 pls.*

Volume XXXIII

I - BOESI A. & CARDI F. edited by, 2005 - Wildlife and plants in traditional and modern Tibet: conception, exploration and conservation. *pp. 1-88, 30 figs., 9 tabs.*
II - BANFI E., BRACCHI G., GALASSO . & ROMANI E., 2005 - *Agrostologia Placentina. pp. 1-80, 7 figs., 1 tab.*
III - LIVI P. a cura di 2005 - I fondi speciali della Biblioteca del Museo Civico di Storia Naturale di Milano. La raccolta di stampe antiche del Centro Studi Archeologia Africana. *pp. 1-250, 389 figs.*

Volume XXXIV

I - GARASSINO A. & SCHWEIGERT G., 2006 - The Upper Jurassic Solnhofen decapod crustacean fauna: review of the types from old descriptions. Part I. Infraorders Astacidea, Thalassinidea and Palinura. *pp. 1-64, 12 figs., 20 pls.*
II - FUCHS D., 2006 - Morphology, taxonomy and diversity of vampyropod Coleoids (Cephalopoda) from the Upper Cretaceous of Lebanon. *pp. 1-28, 9 figs., 9 pls.*
III - CALDWELL M. W., 2006 - A new species of *Pontosaurus* (Squamata, Pythonomorpha) from the Upper Cretaceous of Lebanon and a phylogenetic analysis of Pythonomorpha. *pp. 1-42, 18 figs., 1 pl.*

Volume XXXV

I - DE ANGELI A. & GARASSINO A., 2006 - Catalog and bibliography of the fossil Stomatopoda and Decapoda from Italy. *pp. 1-95.*
II - GARASSINO A., FELDMANN R.M. & TERUZZI G., edited by, 2007 - 3rd Symposium on Mesozoic and Cenozoic Decapod Crustaceans. Museo di Storia Naturale di Milano May 23-25, 2007. *pp. 1-104, 38 figs., 6 tabs.*
III - NOSOTTI S., 2007 - *Tanystropheus longobardicus* (Reptilia, Protosaura): re-interpretations of the anatomy based on new specimens from the Middle Triassic of Besano (Lombardy, N Italy). *pp. 1-88, 67 figs., 4 pls., 9 tabs.*

Volume XXXVI

I - GALASSO G., CHIOZZI G., AZUMA M. & BANFI E., a cura di, 2008 - Le specie alloctone in Italia: censimenti, invasività e piani di azione. Milano, 27-28 Novembre 2008. *pp. 1-96.*
II - MAGANUCO S., STEYER J. S., PASINI G., BOULAY M., LORRAIN S., BÉNÉTEAU A. & AUDITORE A., 2009 - An exquisite specimen of *Edingerella madagascariensis* (Temnospondyli) from the Lower Triassic of NW Madagascar; cranial anatomy, phylogeny, and restorations. *pp. 1-72, 32 figs., 1 tab., 4 appendix.*

4501 137

Le Memorie sono disponibili presso la Segreteria della Società Italiana di Scienze Naturali,
Museo Civico di Storia Naturale, Corso Venezia 55 - 20121 Milano
Pubblicazione disponibile al cambio

ERNST MAYR LIBRARY
3 2044 114 248 032